



**Paulo Joaquim Bispo Vargas**

Licenciado em Engenharia Electrónica Industrial

## **Autoconsumo: Análise e caso de estudo**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia Eletrotécnica e de Computadores ao abrigo do  
programa especial para ser mestre

Orientador: Professor Doutor Pedro Pereira, Professor  
Auxiliar, FCT/UNL

Júri:

Presidente: Prof. Doutor João Almeida das Rosas  
Arguente: Prof. Doutor João Miguel Murta Pina  
Vogal: Prof. Doutor Pedro Miguel Ribeiro Pereira



**FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA**

**Julho de 2015**



Copyright © Paulo Joaquim Bispo Vargas, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



## DEDICATÓRIA E AGRADECIMENTO

Deixo aqui os meus agradecimentos a todos os que me apoiaram e foram fundamentais para a realização e superação desta etapa.

Ao Sr. Professor Pedro Pereira, meu orientador, pela disponibilidade, ajuda na superação de obstáculos e o aconselhamento com as melhores abordagens ao tema. Um exemplo de rigor e profissionalismo. Agradeço igualmente à Sra. Professora Doutora Maria Helena Fino pela oportunidade de realizar esta dissertação, permitindo-me crescer em termos profissionais.

A todos os meus amigos que me acompanharam, ajudaram e incentivaram, em particular o Jorge Araújo, Francisco Pinto, Octávio Pessoa e Joaquim Nogueira de Almeida.

Queria dedicar esta Dissertação a título póstumo à minha mãe que infelizmente já partiu, com apenas 50 anos, quando eu tinha apenas 18 anos, que ficaria muito contente com esta realização.



## RESUMO

O trabalho apresentado corresponde à dissertação relatório para obtenção do grau de mestre em Engenharia Eletrotécnica e Computadores ao abrigo do programa especial para ser mestre.

Pretende-se fazer um enquadramento da nova lei do autoconsumo, implicações e apresentar um caso prático simulado, baseado em valores, sempre que possíveis reais, quer da parte de consumos, quer do estudo das soluções. Os primeiros parágrafos são dedicados ao histórico do autoconsumo, sendo os seguintes destinados à apresentação dos aspetos técnicos da nova legislação, bem como a sua implicação, nomeadamente nos vários setores da atividade económica.

Relativamente ao caso prático, identificou-se uma vivenda na região de Lisboa. Partindo dos valores de consumo, mediram-se os valores em standby e valores de consumo médios. Calculou-se o impacto da instalação de um sistema de painéis de potência 200 W. Num segundo cenário, a instalação de um sistema de painéis de potência 480 W e num terceiro cenário a instalação de um conjunto de painéis com potência 1,5 kW, destinado à venda total da energia produzida.

Nos cálculos apresentados, teve-se em consideração o custo real dos equipamentos e instalação baseado em valores médios de mercado. Apresenta-se também uma estimativa de retorno do investimento.





## **ABSTRACT**

The present document corresponds to the report for the degree of Master in Electronics and Computer Engineering under the special master degree program.

This document intends to assess the framework of the new law of self-consumption and implications. It's presented a simulated case study, based on real values, including both part of consumption and the study of the solutions.

After some introductory paragraphs, which contain the history of self-consumption, some technical aspects of the new legislation and his implications, in several economic sectors activity, are presented.

Regarding the case study, we identified a villa in the Lisbon region. Based on the actual consumption values, measured standby values and average consumption values, installations impact of a solar 200 W panel Kit is evaluated. In a second scenario, the installation of a 480 W Kit and a third scenario installing a set of panels of 1.5 kW capacity, this last scenario, for the sale of total produced energy.

Calculations were taken into account considering the actual equipment and installation costs, based on average market price. It's also presented an estimate return of the investment.



<b>1</b>	<b>PREÂMBULO .....</b>	<b>- 1 -</b>
1.1	TRABALHO PREPARATÓRIO .....	- 1 -
<b>2</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>- 3 -</b>
2.1	HISTÓRICO DA AUTOPRODUÇÃO EM PORTUGAL .....	- 3 -
2.1.1	<i>Evolução das potências instaladas .....</i>	<i>- 3 -</i>
2.1.2	<i>O novo Decreto-Lei 153/2014 .....</i>	<i>- 4 -</i>
2.2	PRINCIPAIS OBJETIVOS DO SECTOR ENERGÉTICO ATÉ 2020 .....	- 5 -
2.2.1	<i>Promoção da eficiência energética .....</i>	<i>- 5 -</i>
2.2.2	<i>Reforço da competitividade do setor.....</i>	<i>- 6 -</i>
2.2.3	<i>Principais objetivos a atingir.....</i>	<i>- 6 -</i>
2.2.4	<i>Possibilidade de produção própria (autoprodução) .....</i>	<i>- 9 -</i>
<b>3</b>	<b>AVALIAÇÃO ECONÓMICA.....</b>	<b>- 17 -</b>
3.1	GANHOS AMBIENTAIS .....	- 18 -
3.2	GANHOS NA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA .....	- 18 -
3.3	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA <i>VERSUS</i> AUTOCONSUMO.....	- 19 -
3.4	POUPANÇA NA TARIFA, NO CASO DE UPAC .....	- 20 -
3.5	CONTRIBUTO PARA O NASCIMENTO DE <i>CLUSTERS</i> INDUSTRIAIS .....	- 20 -
3.5.1	<i>Indústria automóvel.....</i>	<i>- 21 -</i>
3.5.2	<i>Indústrias elétricas e eletromecânicas .....</i>	<i>- 21 -</i>
3.5.3	<i>Caldeiras .....</i>	<i>- 21 -</i>
3.5.4	<i>Painéis fotovoltaicos.....</i>	<i>- 21 -</i>
3.5.5	<i>Coletores solares.....</i>	<i>- 22 -</i>
3.5.6	<i>Outros.....</i>	<i>- 22 -</i>
3.5.7	<i>Profissionais de Engenharia.....</i>	<i>- 22 -</i>
<b>4</b>	<b>ESTUDO DE CASO: INSTALAÇÃO DE UPAC E UPP NUMA VIVENDA EM LISBOA. - 25</b>	
-		
4.1	ANÁLISE DA FATURA.....	- 25 -
4.2	ANÁLISE MENSAL .....	- 26 -
4.3	DETALHE DE CONSUMO .....	- 27 -
4.4	CONSUMOS DIÁRIOS .....	- 28 -
4.5	ENERGIA CONSUMIDA.....	- 28 -
4.6	EXPOSIÇÃO SOLAR.....	- 29 -
4.7	ANÁLISE DE CONSUMO DOS EQUIPAMENTOS .....	- 30 -
4.8	CONSUMOS DOS EQUIPAMENTOS .....	- 32 -
4.9	CENÁRIOS ALTERNATIVOS .....	- 33 -
4.9.1	<i>Cenário 1, instalação de kit de painéis solares com potência 200 W.....</i>	<i>- 33 -</i>
4.9.2	<i>Cenário 2, instalação de kit de painéis com potência 480 W.....</i>	<i>- 37 -</i>
4.9.3	<i>Cenário 3, instalação de UPP com potência 1,5 kW .....</i>	<i>- 40 -</i>
4.9.4	<i>Resumo dos três cenários.....</i>	<i>- 44 -</i>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES E ANÁLISE CRÍTICA .....</b>	<b>- 47 -</b>
5.1	AVALIAÇÃO ECONÓMICA. ....	- 47 -
5.2	NOTAS FINAIS .....	- 48 -
5.3	UMA VISÃO DE FUTURO.....	- 48 -
<b>6</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>- 49 -</b>
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>- 51 -</b>



## Índice de Figuras

Figura 1 - Potência instalada em Maio de 2014 .....	4 -
Figura 2 - Competitividade do setor .....	6 -
Figura 3 - Metas para o setor da energia .....	7 -
Figura 4 - Evolução do consumo de energia [12] .....	8 -
Figura 5 - Novos regimes de produção distribuída [17], principais aspetos.....	10 -
Figura 6 - Principais características de uma UPAC.....	11 -
Figura 7 - Esquema da contagem da energia produzida .....	12 -
Figura 8 - Principais características .....	13 -
Figura 9 - Esquema de UPP com equipamento de contagem.....	14 -
Figura 10 - Modelo de produção distribuída .....	16 -
Figura 11 - Consumos mensais de energia (kWh) .....	26 -
Figura 12 - Horas de Sol na região de Lisboa.....	30 -
Figura 13 - Rentabilidade.....	44 -



## Índice de tabelas

Tabela 1 - Fontes de energia individualizadas [12] .....	- 3 -
Tabela 2 - Consumos de mensais de energia (kWh) .....	- 27 -
Tabela 3 - Fatura detalhada.....	- 28 -
Tabela 4 - Consumo Cheio/vazio .....	- 28 -
Tabela 5 - Consumos dos equipamentos.....	- 29 -
Tabela 6 - Consumos dos equipamentos.....	- 32 -
Tabela 7 - Perdas estimadas do sistema .....	- 33 -
Tabela 8 - Potência/energia do sistema 200 W.....	- 35 -
Tabela 9 - Indicadores financeiros .....	- 36 -
Tabela 10 - Potência/energia do sistema 480 W.....	- 38 -
Tabela 11 - Indicadores financeiros .....	- 39 -
Tabela 12 - Indicadores financeiros da UPP .....	- 43 -
Tabela 13 - Resumo dos cenários considerados .....	- 45 -





## **Lista de Abreviaturas**

AC - Corrente alternada

AI - Agência Internacional para a Energia

DC - Corrente continua

DGEG - Direção Geral de Energia e Geologia

DR - Diário da República

EDP - Energias de Portugal

ENDESA - Empresa do setor de energia

ERSE - Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos

I&D - Investigação e Desenvolvimento

KVA - Kilo Volt Ampere

kW - Kilo Watt

kWh - Kilo Watt hora

MW - Mega Watt

OMI-E - Mercado de produção de energia elétrica na Península Ibérica

PME - Pequena e Média Empresa

UPP - Unidade de Pequena Produção

UPAC - Unidade Produção Autoconsumo

SI - Sistema Internacional de Unidades



# 1 Preâmbulo

Com o presente trabalho/dissertação pretende-se apresentar o resultado desenvolvido através da realização da dissertação para obtenção do grau de mestre, em Engenharia Eletrotécnica e de computadores, ao abrigo do programa especial para ser mestre.

A importância do tema, bem como o gosto natural pela área da energia, constituiu um aliciente motivacional, bem como a novidade do tema, um desafio a superar. O trabalho foi iniciado com pesquisa bibliográfica, para um melhor enquadramento do tema autoconsumo. Será que qualquer cidadão, se assim o pretender pode adquirir o seu sistema de geração de energia elétrica de forma a abastecer-se a si próprio, por necessidade ou por gosto? Será possível a total independência energética de uma habitação? Em caso afirmativo, qual a solução economicamente mais vantajosa? Feito este pequeno enquadramento, são apresentadas as linhas orientadoras que estão na base da construção desta dissertação.

## 1.1 Trabalho preparatório

O facto de a legislação ser recente, ainda não permitiu a implementação e necessária maturação de soluções no terreno. Uma consulta rápida pelos motores de busca da internet, permite perceber que empresas, como a EDP [1], GALP ENERGIA [2] e outras começam nesta fase a anunciar soluções integrada, e à medida, tipo chave na mão, pelo que o caso prático proposto é um caso simulado baseado em valores de consumo reais, de uma habitação que por motivos de confidencialidade, não permite revelar a identidade dos consumidores.

O trabalho realizado, poderá ser implementado numa fase posterior, uma vez que o proprietário mostrou interesse no assunto, o que acrescenta um fator adicional de interesse.

Trata-se do estudo para a implementação de uma UPAC, numa vivenda na zona de Lisboa.

A consulta, leitura, análise de várias publicações, como por exemplo a INGENIUM [3] e artigos especializados [4], a legislação do autoconsumo [5], consultas ao sítio da DGGE-Direção Geral de Geologia e Energia, REN [6], EDP [7] e sítios oficiais do governo da República Portuguesa [8], trocas de impressões com colegas que trabalham na áreas da energia, bem como a visitas a lojas de vendedores [9] e revendedores de soluções [10], permitiu obter o máximo de informação possível para posterior utilização na realização do trabalho proposto, sempre que possível documentada, com gráficos, tabelas e exemplos para tornar a leitura do trabalho/dissertação fácil.



## 2 Introdução

Neste capítulo pretende-se fazer uma abordagem do autoconsumo em Portugal, desde a origem até ao presente. A forma como a nova legislação aparece na sequência de legislação anterior e experiências de implementação iniciadas na década de 80. É analisada também o histórico das potências instaladas, bem como a legislação atual [5].

### 2.1 Histórico da autoprodução em Portugal

O assunto tem origem no final da década de 80, e sofreu um impulso decisivo desde 2001/2003, com a chegada das diretivas europeias sobre energia verde [11] (eletricidade e biocombustíveis). Esperava-se um reforço de metas em consequência da segunda diretiva das renováveis, de 2009. Não se verificou o referido reforço, devido a alguns fatores, em que talvez o principal tenha sido a crise económica, algumas medidas restritivas dos incentivos que arrefeceram o mercado.

De acordo com dados da DGEG, Portugal definiu a meta indicativa global de 22% do consumo interno bruto de energia em 2010, [12] e promoveu incentivos à produção de eletricidade a partir de outras fontes renováveis para além da clássica hídrica. O total de energia elétrica produzido em Portugal a partir de fontes renováveis quase triplicou, entre 1995 e 2011 (de 9.501 GWh para 25.612 GWh [13]). Em termos de fontes individualizadas, os acréscimos mais significativos são apresentados na tabela 1 (considerando sempre o período temporal 1995/2011 e sublinhando que em 2011 existiu um decréscimo face a 2010, devido, sobretudo, à quebra na pluviosidade).

**Tabela 1 - Fontes de energia individualizadas [12]**

Fonte de energia	Energia 1995 (GWh)	Energia 2011 (GWh)
Hídrica > 10 MW	7,926	11,253
Eólica	0,016	9,161
Biomassa	0,988	3,849
Fotovoltaica	0,001	0,227

#### 2.1.1 Evolução das potências instaladas

Até Maio de 2014, de acordo com a figura 1, a potência renovável instalada [14] passou a ser de 11 384 MW, sendo constituída por, 5165 MW de grande Hídrica, 4802 MW de eólica, 321 MW de fotovoltaica, 370 MW de mini-hídrica, 123 MW de biomassa sem cogeração, 446 MW de biomassa com cogeração e mais 69 MW de biogás e 86 MW de aproveitamento de resíduos sólidos urbanos

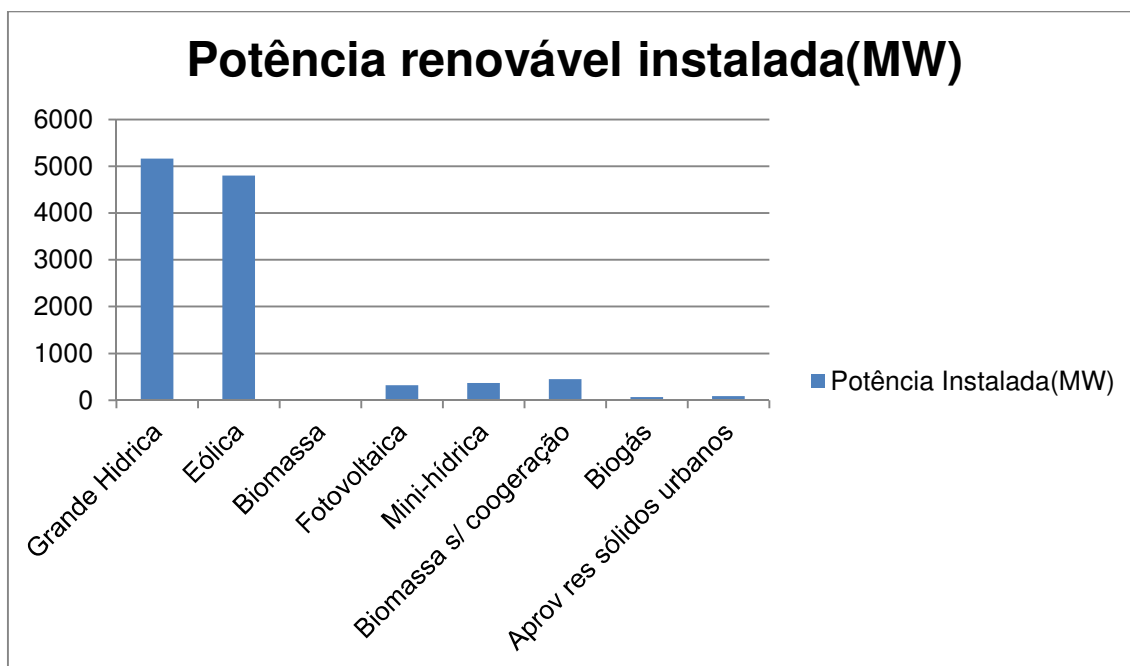


Figura 1 - Potência instalada em Maio de 2014

### 2.1.2 O novo Decreto-Lei 153/2014

O novo Decreto-Lei 153/2014 [5] referente ao autoconsumo foi trabalhado durante um período de tempo considerável e envolveu várias comissões de trabalho, estudo e análise, e foi por muitos aguardada com grande expectativa. Segundo os mais otimistas, deverá constituir uma boa ferramenta para o consumidor, especialmente o pequeno consumidor, bem como uma oportunidade interessante para as empresas industriais, de serviços de energia e de I&D. Deverá também contribuir para fomentar a promoção da eficiência energética e contribuir para a redução das emissões de CO<sub>2</sub>.

Nos últimos anos, a aposta foi o investimento nos parques eólicos, a nova legislação deverá ajudar a mudar de paradigma. Espera-se que outras fontes de energia renovável, desde a biomassa, hídrica, mini-hídrica, solar e geotérmica, ganhem um novo impulso, permitindo o autoconsumo e autoprodução em modelos descentralizados em contraponto com um modelo centralizado em grandes parques. Os recentes avanços tecnológicos do setor e de algumas soluções em particular, nomeadamente o desenvolvimento de materiais para a construção de painéis e coletores solares, deverá tornar o modelo economicamente viável.

Condicionantes e constrangimentos da legislação devem abrir portas ao surgimento ou ressurgimento de vários *clusters* do sector, e ajudar na promoção e disseminação de boas

práticas de racionalização e eficiência energética, um fator interessante onde temos um caminho a trilhar.

O novo Decreto-Lei -153/2014 de 20 de Outubro que vem tutelar a geração distribuída baseia-se no conceito de autoconsumo. O conceito de tarifa subsidiada passará para segundo plano [15], abrindo portas a uma nova realidade, que se espera que seja um dos catalisadores da falada mudança de paradigma e contribuir para a independência energética das famílias Portuguesas. É expectável que tenha igualmente efeitos positivos no desenvolvimento de conceitos como as *Smart cities* e *prosumer* (produtor-consumidor) e contribua para que Portugal seja um caso de estudo ao nível dos países mais evoluídos do mundo no setor.

## 2.2 Principais objetivos do sector energético até 2020

Beneficiando da experiência acumulada com o longo caminho e historial do nosso país a nível de energias renováveis. O nosso país apresenta através dos organismos competentes, o governo e mais especificamente a DGEG, um ambicioso programa até 2020, que a ser cumprido tornará Portugal num caso de estudo no setor das energias renováveis [16].

Dos principais objetivos do sector, destacamos a promoção da eficiência energética e o reforço da competitividade, como descrito mais detalhadamente a seguir. Pretende-se aumentar a eficiência energética e a sua articulação com as fontes renováveis. Procura-se atingir uma menor dependência energética do exterior. Lembramos que apesar do muito que já foi feito, o nosso país ainda é fortemente dependente do petróleo e seus derivados. Por último e não menos importante, procura-se uma maior interligação com as redes europeias, através do desenvolvimento das redes de transporte de eletricidade e gás natural.

### 2.2.1 Promoção da eficiência energética

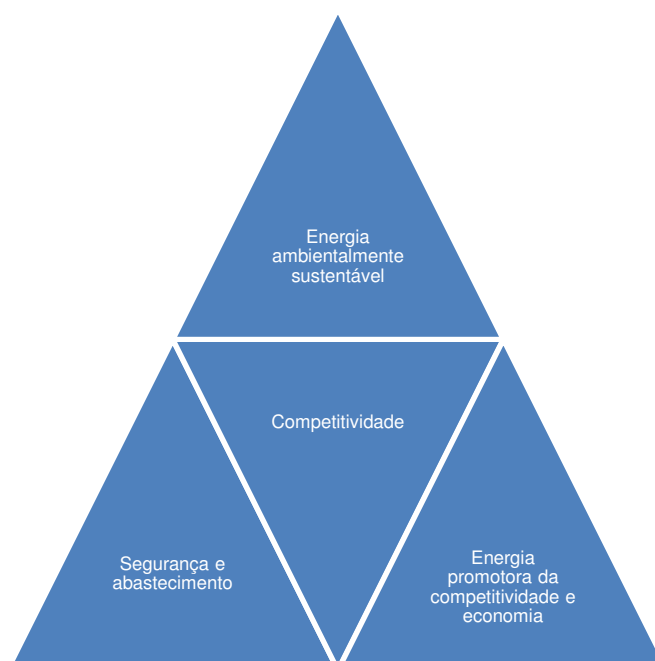
De acordo com dados tornados públicos pelos organismos públicos, em várias sessões de apresentação públicas, debates e nos sítios oficiais na Internet, bem como a consulta de vários artigos em revistas de inegável e reconhecido prestígio [17] apresenta-se o resumo dos principais pilares para a promoção da eficiência energética:

- Pretende-se uma promoção integrada da eficiência energética e da utilização de fontes de energias renováveis [14], através de uma maior articulação das estratégias para a procura e oferta de energia, tendo como principal objetivo colocar a energia ao serviço da economia e das famílias a preços sustentáveis.
- Pretende-se a redução do grau de dependência externa. Com efeito, Portugal continua a exibir um nível elevado de dependência da energia importada, que é possível inverter.

- Pretende-se apostar no reforço e desenvolvimento das interligações regionais europeias, infraestruturas de eletricidade e gás, sobretudo com Espanha e Europa central.

## 2.2.2 Reforço da competitividade do setor

De acordo com dados do Governo [16], o reforço da competitividade do setor assenta em três vértices fundamentais. Pretende-se uma visão diferente para o sector da energético 2020, figura 2, uma maior articulação das estratégias para a procura e a oferta, colocar a energia ao serviço da economia, a redução da dependência externa e por ultimo o reforço da rede de interligação europeia.



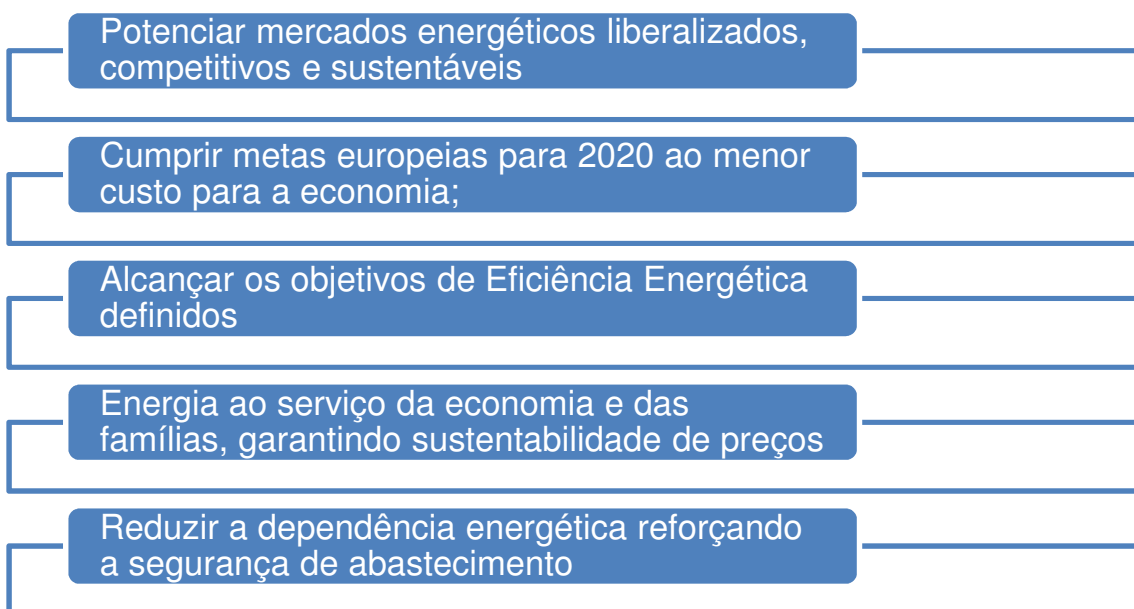
**Figura 2 - Competitividade do setor**

## 2.2.3 Principais objetivos a atingir

O governo da Republica de Portugal através do ministério da Economia e Energia e da Direção Geral de Energia, definiu algumas metas para o setor. Apresentamos na figura 3 as principais metas definidas para o sector [16], em que as metas definidas do ponto de vista de objetivos genéricos parecem acertadas. Poderá faltar um ponto relativamente á democratização do livre acesso às fontes renováveis, como acontece em alguns países do mundo. Relativamente à segurança de abastecimento, existem vários problemas de estabilidade de alimentação na rede elétrica. São necessários investimentos na sua modernização. Outro aspeto, que deveria ser



mais fomentado, é a aposta nas energias renováveis, que não apenas na solar, talvez fosse interessante, o fomento de soluções integradas, envolvendo o “casamento” da solar com outras formas, como por exemplo a eólica e o biogás, sem descurar uma energia renovável que poderá ter um enorme potencial de desenvolvimento, que é o caso da biomassa e a massificação de soluções de pequenas caldeiras.



**Figura 3 - Metas para o setor da energia**

### **2.2.3.1 Desafios da política energética**

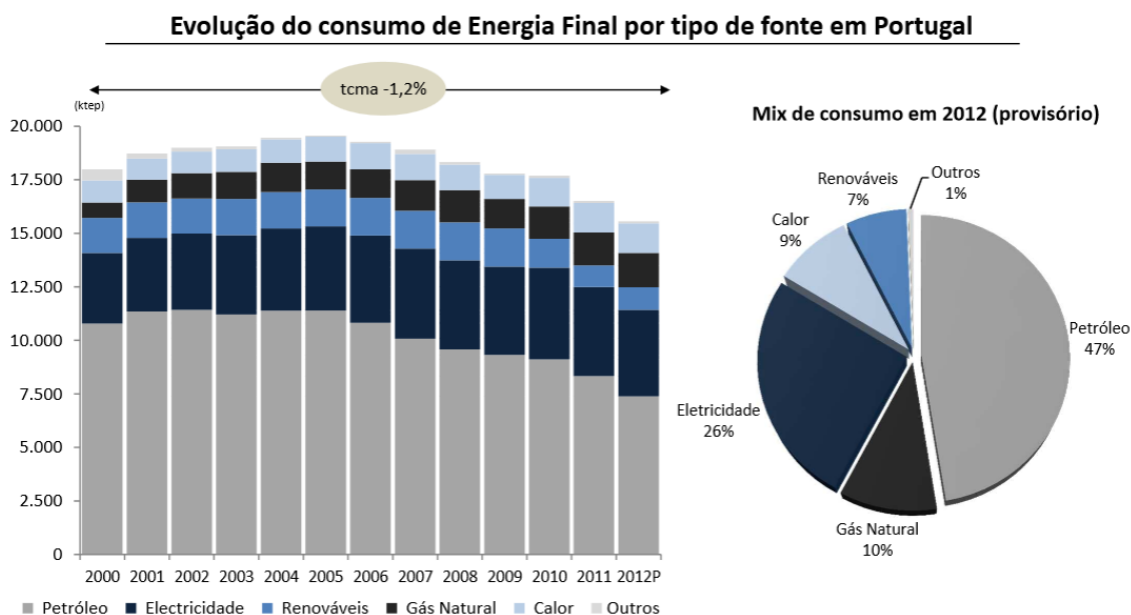
De acordo com dados da DGGE [18], a nível nacional, verificou-se um abrandamento e até uma diminuição na procura de energia seguramente e resultado da crise económica, um fator a ter em consideração, uma vez que os últimos anos refletem a normal contração do consumo. Sendo o consumo de energia um bom indicador do crescimento ou contração da atividade económica.

### **2.2.3.2 Evolução do consumo**

Pela análise da evolução do consumo de Energia [16] final por tipo de fonte em Portugal, ver gráfico da figura 4, verifica-se uma redução de 14% face a 2000 e 20% face a 2005 ver gráfico da figura 4 [19].

É importante realçar que apesar dos progressos na diversificação das fontes energéticas, nomeadamente as de origem renovável, o petróleo continua a representar uma grande fatia de

47%, o que torna a tarefa da sua substituição, em especial por energia provenientes de fontes mais limpas, e mais amigas do ambiente um tarefa difícil, paciente e morosa.



**Figura 4 - Evolução do consumo de energia [12]**

### 2.2.3.3 Estimativas até 2030

Segundo dados da DGGE-Direção Geral de Geologia e Energia [16], estima-se que

- A dependência da UE relativamente às importações de energia passaria, dos atuais 50% do consumo total de energia para 65%, o que de alguma forma pode parecer surpreendente, mas na verdade e na prática se traduz numa maior dependência de países produtores de energia, e onde as matérias-primas são abundantes, por exemplo os países Árabes e a Rússia. Motivo que poderá trazer instabilidade aos mercados, em resultado dos conflitos, e equilíbrios geopolíticos das regiões citadas.
- As emissões de CO<sub>2</sub> da UE aumentariam 5%, o que não deixa de ser preocupante, implicando a adoção de medidas efetivas para a sua redução a disponibilização de fundos para aquisição de por exemplo quotas de emissão, fundos esses que poderiam ser aproveitados em áreas mais interessantes.
- É necessário assegurar sustentabilidade ao sistema energético

#### 2.2.4 Possibilidade de produção própria (autoprodução)

A abertura à possibilidade de produção de parte da energia que consumimos é uma medida interessante, uma vez que de uma forma geral o mundo está cada vez mais dependente do consumo de energia elétrica, e as populações mais atentas e preocupadas às questões ambientais.

É normal, expectável e até previsível que o aumento do nível de vida de países com grande populações, tais como a China, Índia, Rússia, Índia, Brasil, México, que são países com número elevado de população e em crescimento, e onde o natural e previsível aumento do nível de vida induz o aumento do consumo, à semelhança do que aconteceu noutros países, trará um inevitável aumento do consumo de energia elétrica.

Por outro lado, não pode ser ignorado o previsível aumento do setor do carro elétrico, em que nos últimos tempos temos assistido à realização de eventos, que atestam o crescimento do setor, como por exemplo o Encontro Nacional de Veículos Elétricos 2015 - Lisboa. Outros veículos movidos a eletricidade, por exemplo motociclos, neste momento apresentam um desenvolvimento intermitente, que naturalmente se traduzirá num aumento de consumo de eletricidade, bem como do desenvolvimento de novas formas de design e matérias que incorporem por exemplo painéis fotovoltaicos, na própria armadura, como já acontece com algumas marcas, se bem que ainda numa fase bastante incipiente. Poderá alavancar o desenvolvimento de outras indústrias de setores como a instrumentação, regulação, sensores e metalomecânica.

O conceito de *Smart Cites*, ou as cidades do futuro, edição da revista INGENIUM [20], um conceito bastante na moda, e que parece ter vindo para ficar, onde entre os fatores a energia é uma fator importante, nomeadamente através da utilização de sistemas de painéis solares para alimentação de alguns equipamentos.

A gestão racional, integrada e otimização dos recursos energéticos, e onde a descentralização da produção energética será um fator importante a equacionar para a necessária mudança de paradigma a nível de produção de energia e onde o autoconsumo terá um papel interessante a desempenhar contribuindo para uma gestão mais eficaz da energia, e de proximidade com os locais de consumo, por exemplo, a alimentação de pequenos sistemas de telecomunicações de videovigilância, deverá ver incrementada a sua alimentação por sistemas de autoconsumo.

Na prática e alguns casos, tais como a alimentação de sistemas de vigilância, de emissores de telecomunicações, de sistemas municipais para cobrança de estacionamento automóvel, há já vários anos que são utilizados painéis solares, onde os sistemas de cobrança dos parques e estacionamentos são alimentados por pequenos painéis solares. Este conceito é usado em vários países da União Europeia, nomeadamente os Nórdicos e Escandinavos, e em Portugal está ainda a dar os primeiros passos.

#### 2.2.4.1 Produção própria

A possibilidade da produção da totalidade ou parte da energia que consumimos, é uma potencial realidade. Um marco interessante, que poderá e deverá ser aproveitado da melhor forma possível. Apresentamos seguidamente as características de cada uma das modalidades [21], que basicamente são duas:

- Produção para autoconsumo
- Pequena produção

Basicamente e de uma forma genérica poderíamos afirmar que o novo regime jurídico contempla duas modalidades, uma destinada a autoconsumo e uma outra destinada á pequena produção, cujo modelo não difere substancialmente do modelo anterior.

Apresentam-se seguidamente, em forma de diagrama de blocos, figura 5, os principais aspetos dos novos regimes de produção distribuída. De acordo com o novo regime jurídico, como já referido, basicamente temos duas modalidades, uma de autoconsumo e uma outra de pequena produção. Se na primeira a energia produzida é preferencialmente para consumo próprio, através da injeção na rede doméstica, existindo também a possibilidade de injeção na rede da energia sobranter, na pequena produção, a energia produzida é destinada à comercialização.

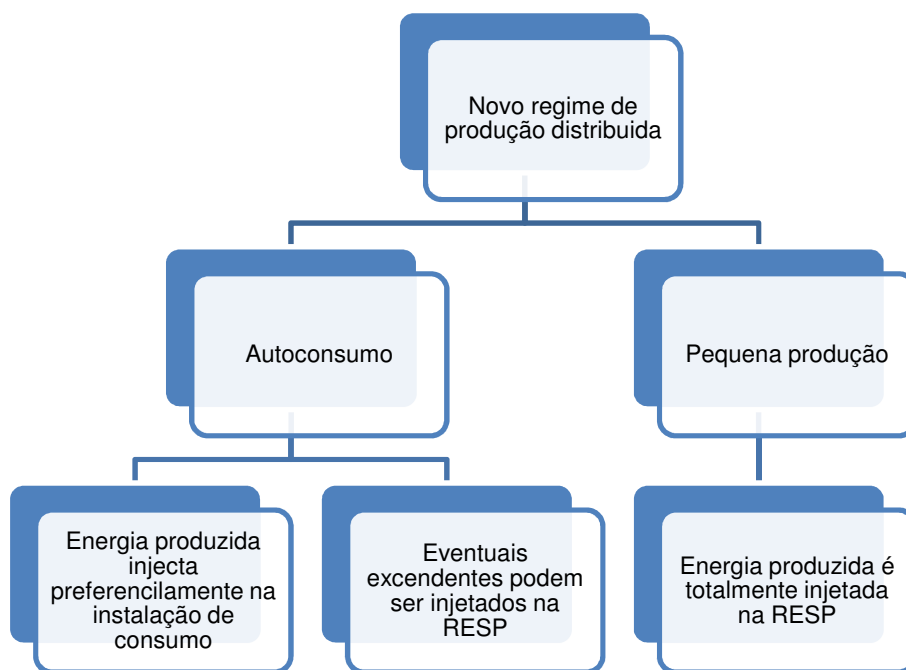


Figura 5 - Novos regimes de produção distribuída [17], principais aspetos

#### 2.2.4.2 *Resumo dos principais requisitos exigidos para instalação de uma UPAC*

Uma UPAC - Unidade de Produção para autoconsumo é caracterizada [21] pelos elementos seguintes na figura 6, dos quais destacamos o facto de a unidade produzir preferencialmente para o próprio consumo e a potência de ligação ter de ser inferior à potência de contratada.



**Figura 6 - Principais características de uma UPAC**

- Modelo de funcionamento (Potência < 1,5 kW)

O modelo apresentado, na figura 7, representa os constituintes necessários à instalação de um sistema de autoconsumo com potência inferior a 1,5 kW.

Neste modelo de instalação, a energia destina-se preferencialmente ao consumo próprio e a potência de instalação terá que ser inferior à potência contratada à rede.

O sistema é constituído, como representado na figura 7, por uma UPAC - Unidade de produção de autoconsumo, que engloba painéis fotovoltaicos, bem com os equipamentos necessários referentes à parte mecânicas, de fixação dos painéis, podendo e de acordo com o tipo de painel, incluir sistemas que otimizem a exposição solar, com sensores e sistemas mecânicos que permitam a procura da melhor exposição solar diária, mensal. Dispõe também do quadro com o inversor de tensão, DC /AC, e na tensão de ligação à rede elétrica, neste caso 230 VAC, bem como a os aparelhos de corte e comando. Dispõe igualmente de equipamento de

contagem da energia produzida e de um contador bidirecional, destinado a contar o valor da energia fornecida e adquirida à rede.

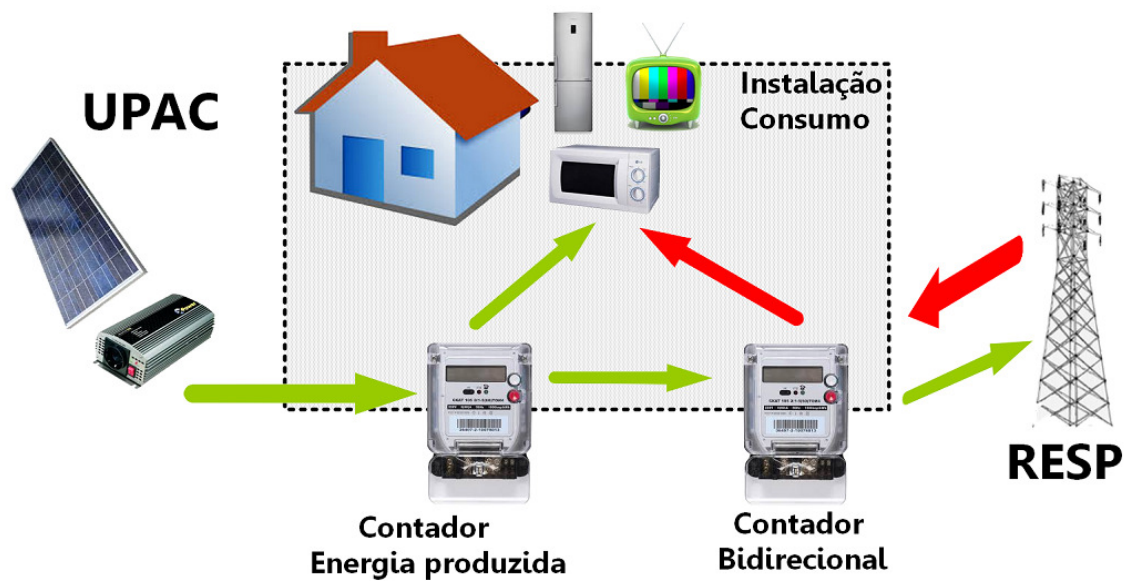


Figura 7 - Esquema da contagem da energia produzida

### 2.2.4.3 Pequena produção

O modelo de pequena produção (UPP) está mais vocacionado para aqueles que pretendem fazer da produção e venda de energia um investimento. Parece mais indicado para cooperativas, associações e condomínios e empresas produtoras de energia. Apresenta algumas condicionantes, como se pode verificar na figura 8 de forma resumida, nomeadamente, o facto de a totalidade da energia produzida ser injetada na RESP e não apenas o excedente, a potência de ligação da UPP ser inferior à potência de ligação e nunca superior a 250 kVA. Seria bem mais interessante a não existência de diferencial entre a potência instalada e a potência rede, permitindo elevar os níveis de produção. Igualmente interessante seria a não limitação da potência anual produzida pela UPP, que na legislação aparece limitada ao dobro da potência consumida na instalação de consumo.

A Unidade de Pequena Produção (UPP) é um investimento de longo prazo. O modelo é idêntico ao atual regime da miniprodução

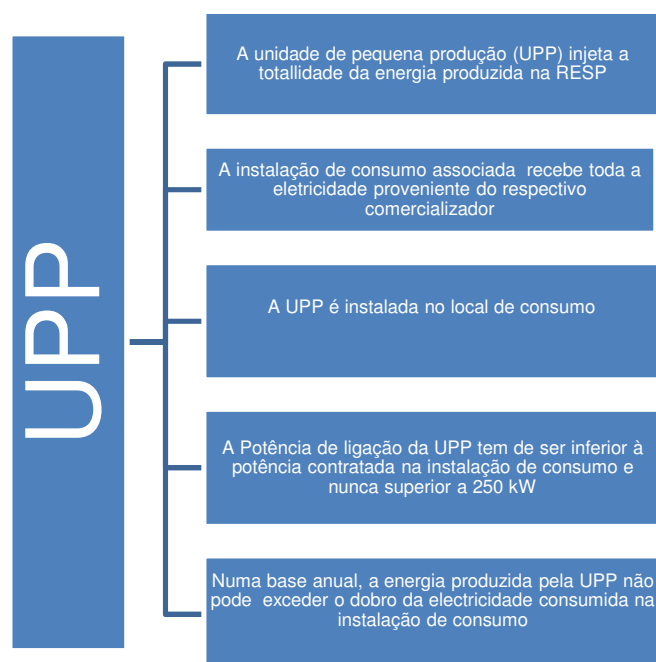


Figura 8 - Principais características

- Funcionamento da unidade de pequena produção (UPP)

O princípio é semelhante ao do funcionamento de uma UPAC, figura 9, com os necessários ajustes resultantes do aumento de potência.

Tem de dispor de aparelhos de contagem da energia fornecidas à RESP, e neste caso dispensa a instalação de contador bidirecional, uma vez que toda a energia produzida é vendida.

- A Unidade de pequena produção (UPP) substitui os anteriores regimes de microprodução e mini-produção.

A UPP substitui de facto os anteriores regimes de micro e miniprodução, excetuando o facto da não subsidiação da energia vendida. Tornando o investimento bem menos interessante, menos rentável e sendo necessário um período de amortização do investimento necessariamente mais longo.

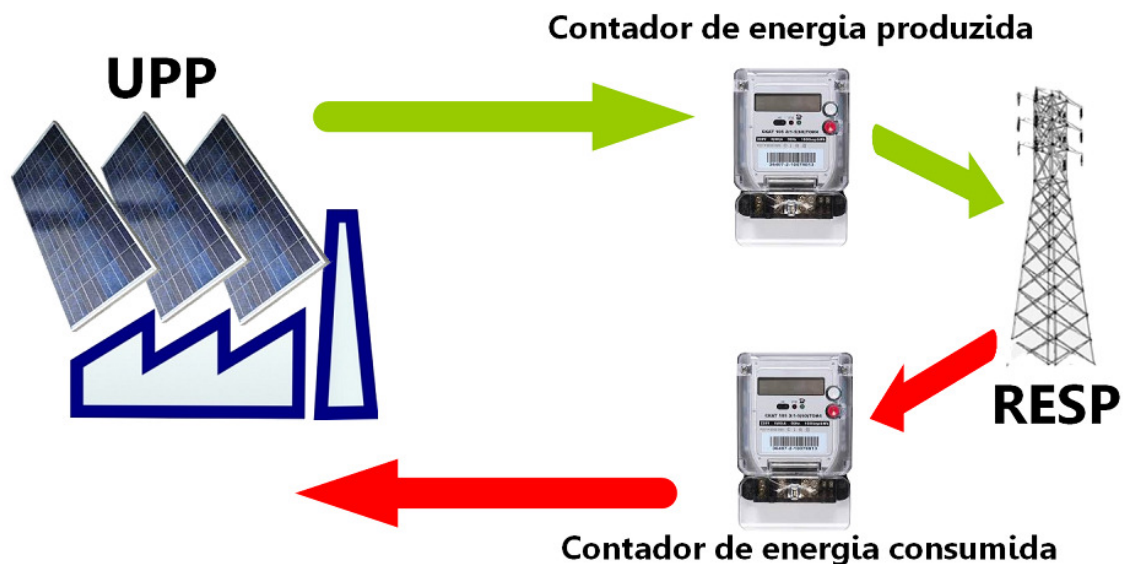


Figura 9 - Esquema de UPP com equipamento de contagem

- Potência de ligação permitida por UPP

A potência de ligação da UPP tem de ser inferior à potência contratada na instalação de consumo [21], é uma regra a ter em conta. Numa base anual, a energia produzida pela UPP não pode exceder o dobro da eletricidade consumida na instalação de consumo [21], que é outra regra importante a ter em conta na altura de decidir fazer um investimento.



- Remuneração de UPP

A atribuição de tarifa é baseada em leilão com desconto à tarifa base [21]. O modelo de licitação (leilão) prevê que os concorrentes oferecem descontos à tarifa de referência. A energia injetada na rede fora dos limites estabelecidos para as UPP não é remunerada, pelo que a instalação de baterias para acumulação da energia produzida em excesso torna o sistema bem mais eficaz.

A tarifa de remuneração atribuída em leilão vigora por um período de 15 anos [22]. Durante o prazo de vigência da respetiva tarifa, o produtor não pode optar por aderir a outro regime [23]. Após termo do período de 15 anos o produtor entra no regime geral de produção em regime especial.

#### ***2.2.4.4 Aspectos Técnicos do Projeto-lei Produção distribuída Decreto-Lei - 153/2014 de 20 de Outubro***

Neste subcapítulo, pretende-se fazer uma descrição dos principais aspetos técnicos da legislação, bem como enumerar os pontos positivos e os pontos menos positivos, a que designamos por constrangimentos.

A nova lei apresenta alguns aspetos positivos, parece ser consensual que um dos principais será a já designada democratização da produção, mas também contém alguns aspetos, entendidos como menos bons. Talvez o principal seja a não permissão de instalação e venda em regime livre, como acontece, por exemplo nos Estados Unidos, país onde não existe limite ao valor da energia produzida e de potência anual de ligação à rede. Na prática impede que o setor apresente um “boom”.

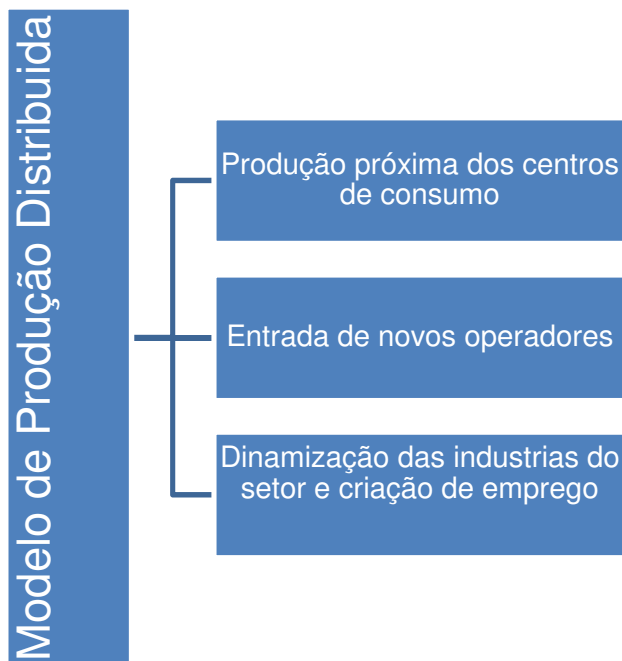
##### **2.2.4.4.1 Aspetos positivos**

A nova legislação apresenta alguns aspetos positivos. O principal talvez seja a possibilidade de produção de parte da energia que consumimos, mas existem outros aspetos igualmente interessantes, que são elencados seguidamente.

##### **2.2.4.4.2 Vantagens do modelo de produção distribuída**

Como seria expectável o novo modelo de produção distribuída, apresenta um conjunto de vantagens, ver figura 10. Basicamente pode-se enumerar três: a produção próximo dos centros

de consumo, o que desde logo permitirá a diminuição das perdas por transporte, a previsível entrada de novos operadores, aspeto sempre positivo, especialmente para o consumidor e por ultimo mas não menos importante, a dinamização de um conjunto de indústrias do setor, permitindo a dinamização da economia.



**Figura 10 - Modelo de produção distribuída**

### 3 Avaliação económica

Para fazermos uma correta avaliação do impacto da nova legislação, teremos que considerar vários fatores, alguns deles perfeitamente mensuráveis, outros que podem ser apenas contabilizados ao longo do tempo.

Tomemos como exemplo a avaliação económica da construção de um metro de superfície numa qualquer cidade ou região. Quando avaliamos, não podemos contabilizar apenas o investimento direto. Temos que contabilizar outras variáveis como por exemplo a valorização dos terrenos envolventes, a mudança de hábitos em algumas franjas da população, as melhorias ambientais, os empregos diretos e indiretos que vão criar, inclusive o combate à exclusão social através da criação de passes que permita por exemplo ao idosos viajar a custos controlados.

Outros fatores terão igualmente que ser considerados, alguns deles de difícil previsão, tais como as taxas de juros dos empréstimos para o financiamento da construção, a evolução dos mercados financeiros, a variação demográfica.

Na prática, avaliar o impacto de algumas soluções não é uma tarefa tão fácil como parece. Contudo, podemos prever cenários, apontar caminhos, alguns dos quais estudados e fundamentados, e onde o risco pode de alguma forma ser acautelado.

Assim, e focando a nossa análise na correta implementação do DL, deve potenciar o aparecimento de empresas cujo *core business* se apoiará no negócio do fotovoltaico, alavancando o seu desenvolvimento e crescimento, bem como instituições cuja área de atividade é a investigação e desenvolvimento (ID), permitindo a fixação, no mínimo evitando a saída de alguns bons quadros, especialmente ligado à Engenharia.

O impacto esperado pode ser alavancado pelo novo programa comunitário de apoio, Portugal 2020, que contempla apoios para a área da energia, que deverão permitir a introdução de melhoramentos tendentes à redução dos consumos e várias iniciativas na área do Ambiente e Energia. Este assunto fez parte de alguns painéis do XX Congresso Nacional da Ordem dos Engenheiros, dedicado ao tema Engenharia 2020: Uma estratégia para Portugal, [24], tendo feito igualmente parte da agenda de governos anteriores. Uma parte dessa redução deverá ser obtida através das possibilidades concebidas pela nova legislação.

De acordo com várias fontes e estudos o setor da eletricidade de origem renovável em Portugal, deverá duplicar até 2020 e a capacidade fotovoltaica instalada e uma triplicando até 2030.

A nova lei será mais um pilar para dinamizar os sectores da Engenharia, instalação equipamentos e ensino especializado, bem como servir de catalisador à criação de várias

micro e pequenas empresas, aliás a matriz da nossa economia e bem necessárias à recuperação económica e desenvolvimento sustentável, e assim, permitir a fixação de mão-de-obra qualificada, especialmente no interior do país, que tem sido mais afetado pela perda de população, especialmente a mais jovem e qualificada.

### 3.1 Ganhos ambientais

É comumente aceite que a energia elétrica é uma energia limpa, mais amiga do ambiente e de tecnologia relativamente simples e perfeitamente conhecida e dominada há várias décadas. A somar a estas vantagens, podemos acrescentar que quando produzida com base em recursos endógenos e consumida no local traduz-se numa redução da pegada ecológica e redução da importação de combustíveis fósseis.

Um dos pontos que a nova legislação deverá acrescentar será o reforço da consciência ambiental, de poupança e gosto pelas áreas de Energia e Engenharia de forma lata.

Nunca é demais recordar que a eletricidade pode:

- Ser usada em quase todas as aplicações energéticas e a tecnologia associada à sua produção, transporte, distribuição e consumo, são conhecidas e dominadas desde final do século XIX
- Ser produzida com tecnologias limpas, incluindo renováveis, o que permite a redução das emissões de dióxido de carbono proveniente da utilização de centrais cujo combustível tem como fontes por exemplo o carvão ou os derivados do petróleo
- Ter ganhos de eficiência (produção, transporte, consumo), por exemplo o motor elétrico apresenta rendimentos muito superiores relativamente aos motores de combustão

### 3.2 Ganhos na eficiência energética

Esta é uma área onde temos muito que evoluir. Parece consensual que a melhor solução para obter ganhos de eficiência energética, está do lado da poupança, aumentando assim a eficiência energética. Podemos fazê-lo, por exemplo, desenvolvendo equipamentos com maior rendimento e adotar soluções com maior rendimento e que permitam uma melhor gestão dos sistemas.

Neste caso e falando de energia, parece correto afirmar que existe um longo caminho a percorrer e muito existe a fazer, a melhorar e a apreender. De referir, por forma a atestar a importância do tema, que a própria União Europeia elaborou uma comissão “*Energy Policy*” para estudar e perspetivar as alterações ao setor energético Europeu [25]. Para além de um

impacto direto na redução da conta da eletricidade, o autoconsumo como medida de eficiência energética irá ajudar a alterar padrões de consumo e escolha de equipamentos mais eficientes, dando maiores benefícios de poupança ao produtor-consumidor: Pequenas alterações como por exemplo colocar em funcionamento as máquinas de lavar roupa durante o dia, transformar a produção de águas quentes através de meios elétricos, entre outras medidas, deverão começar a fazer parte dos hábitos da generalidade dos consumidores.

### 3.3 Eficiência energética *versus* autoconsumo

Antes de se transformar em calor, frio, movimento ou luz, a energia sofre um percurso mais ou menos longo de transformação, durante o qual uma parte é desperdiçada e a outra, que chega ao consumidor, nem sempre é devidamente aproveitada. A eficiência energética pressupõe a implementação de estratégias e medidas para combater o desperdício de energia ao longo do processo de transformação: desde que a energia é transformada e, mais tarde, quando é utilizada.

A energia existe na Natureza em diferentes formas e, para ser utilizada, necessita de ser transformada. Durante essa transformação, parte da energia perde-se, gerando desperdícios prejudiciais para o ambiente. Parte destas perdas é inevitável e deve-se a questões físicas, mas outra parte é perdida por mau aproveitamento e falta de otimização dos sistemas.

Esse desperdício tem vindo a merecer a crescente atenção das empresas que processam e vendem energia. Por outro lado, sendo a energia um bem vital às economias, este tema faz parte da agenda política de vários países e tem vindo a suscitar uma crescente inquietação da comunidade internacional, preocupada e atenta principalmente com a sustentabilidade do planeta. O desperdício de energia não se esgota na fase de transformação ou conversão, ocorrendo também durante o consumo, pelo que é necessário atuar nas várias fases desde a produção, transporte, distribuição e consumo. Nesta fase, a eficiência energética é frequentemente associada ao termo "Utilização Racional da Energia" (URE), que pressupõe a adoção de medidas que permitem uma melhor utilização da energia, tanto no setor doméstico, como nos sectores de serviços e indústria. Através da escolha, aquisição e utilização adequada dos equipamentos, é possível alcançar significativas poupanças de energia, manter o conforto e aumentar a produtividade das atividades dependentes de energia, com vantagens do ponto de vista económico e ambiental. Enquanto a eficiência energética durante a transformação da energia depende apenas de um número restrito de atores, na fase de consumo depende de todos nós.

O autoconsumo e a eficiência energética estão interdependentes, sendo duas faces da mesma moeda e fazendo parte do mesmo objeto a redução de consumo [26].

É aparentemente normal que o autoconsumo reúne todas as características para contribuir para a melhoria da eficiência energética, de forma mesurável e verificável. Tal convicção é fundamentada na experiência do anterior regime de produção e do entusiasmo que gerou por parte de muitos Portugueses.

Estima-se que sejam atingidos 300 MW de autoprodução até 2020, um número interessante que certamente contribuirá para atingir as metas de eficiência energética nacionais até 2020 [27].

### 3.4 Poupança na tarifa, no caso de UPAC

A produção de parte da energia que consumimos trará como benefício direto a poupança de parte dos custos na fatura energética. Um dos principais estímulos à desejada massificação e adesão à adoção das várias medidas e soluções decorrentes da legislação, será a redução da fatura, não sendo o único, será importante, pois permitirá aos consumidores observar mensalmente os benefícios obtidos, o que contribuirá para o efeito disseminador das soluções.

### 3.5 Contributo para o nascimento de *clusters* industriais

É comumente aceite pela generalidade dos especialistas, analistas, comentadores, associações empresariais e restantes agentes económicos, que os países do sul da Europa terão que apostar na indústria. Especialmente Portugal, o assunto tem sido tratado em diversas conferências promovidas por várias organizações, como por exemplo a Ordem dos Engenheiros, que organizou um ciclo de conferências sobre Competitividade e Energia, das quais se destaca uma subordinada ao tema “Economia e Energia” e uma outra sobre “Economia e Energia”. Sobre o mesmo assunto, refira-se ainda entrevistas de ex-dirigentes de associações empresariais [28], bem como capítulos de livros como por exemplo, “As PME’S e a Democracia: Indústria” [29]. O tema começa timidamente a fazer parte da agenda de vários conselhos de ministros, fóruns nacionais e internacionais [30]. Tendo merecido destaque de edições especiais de prestigiadas revistas nacionais, como por exemplo a edição da revista INGENIUM [30] dedicada ao tema da reindustrialização de Portugal.

Portugal não deve ficar aliado desta nova reindustrialização, que será diferente dos processos de industrialização anteriores, seguramente baseado em indústrias tecnologicamente mais avançadas e em áreas específicas. Seguidamente descrevem-se algumas destas áreas, onde a legislação poderá ter impacto positivo.

### 3.5.1 Indústria automóvel

O carro elétrico é seguramente uma das áreas industriais em que Portugal tem condições para desenvolver um projeto industrial virado para exportação mas também para consumo interno. Alguns passos já foram dados no passado recente, nomeadamente com a introdução de pontos de carregamento para veículos elétricos.

Outros exemplos, a Efacec [31] já tem distribuído pelos cinco continentes 2700 carregadores de veículos elétricos. Em Vila Nova de Gaia, a CaetanoBus aposta na reconversão autocarros a diesel em veículos elétricos e está a concurso para o fornecimento de seis unidades a um aeroporto alemão. A Prio.e, dispõe de vários *mobi.e* por exemplo em Lisboa destinado ao carregamento de veículos elétricos. Uma simples visita pela zona do parque das nações permite verificar a existência de vários, com reduzido período de utilização. A mobilidade elétrica. [31], aliado à possibilidade de carregar as baterias através de sistemas de autoconsumo terá um efeito interessante no desenvolvimento do setor. A título de exemplo refira-se que vários países, como por exemplo o Japão, têm capacidade de ter carros elétricos [31] movidos a energia solar.

### 3.5.2 Indústrias elétricas e eletromecânicas

O setor industrial ligado ao material, equipamentos elétricos e cablagens é um setor importante da nossa economia [32], parece-me que poderá sofrer um incremento através da procura interna e pelo potenciar de novos mercados, bem como para exportação de bens para outras regiões, onde existe exposição solar bem mais acentuada que em Portugal, desde logo os países lusófonos. Também importa considerar a necessidade de adaptação de alguns equipamentos, que levará a esforços de modernização e adaptação de algumas indústrias.

### 3.5.3 Caldeiras

Sendo certo que a lei do autoconsumo parece especialmente indicada para o aproveitamento da energia solar, pode permitir também o desenvolvimento de forma cumulativa de outros tipos de energia, e da tecnologia associada, que deverão ajudar na reindustrialização de Portugal, por exemplo a biomassa, através do desenvolvimento e produção de pequenas caldeiras para produção própria ou em ilha, poderá ser uma delas.

### 3.5.4 Painéis fotovoltaicos

A nova legislação permitirá o desenvolvimento das indústrias de painéis fotovoltaicos e de centros de investigação, uma vez que se prevê o seu incremento, em resultado da procura,

bem como o desenvolvimento de soluções mais eficientes. Por exemplo a EDP Comercial lançou uma proposta que inclui a instalação de painéis fotovoltaicos e a respetiva instalação, em que se prevê uma taxa de penetração interessante.

Isto também permitirá o desenvolvimento de empresas ligadas quer à comercialização e importação/exportação de painéis.

### 3.5.5 Coletores solares

Os coletores solares, ou aquecedores solares domésticos, são utilizados para aquecimento de água, não são geradores de energia elétrica. Contudo deverão por indução, fruto do seu desenvolvimento e do desenvolvimento dos painéis solares, deverão sofrer natural aumento da procura.

### 3.5.6 Outros

Existe um conjunto de atividades económicas que não diretamente relacionadas com o setor, poderão beneficiar com a correta implementação da legislação. A título de exemplo, para potências instaladas acima dos 1,5 kW, é preciso fazer um seguro de responsabilidade civil, o que vai permitir a dinamização das empresas do setor. Estes benefícios propagam-se de forma indirecta noutras empresas, associadas especialmente ao setor da construção e reabilitação urbana. O nosso tecido empresarial é maioritariamente constituído por PME, sendo que o setor dos instaladores não foge à regra, pelo que seguramente terá efeitos positivos sobre os profissionais nesta área.

### 3.5.7 Profissionais de Engenharia

*“A Engenharia é uma profissão de futuro”* [33] é o título da edição número 144 da revista INGENIUM, onde constam entre outros artigos um artigo do Professor Marques dos Santos e cuja leitura é interessante para aferir da qualidade dos nossos profissionais de Engenharia. Através da leitura da mesma revista, o número 135 [34], permite aferir do elevado dinamismo e diversificação de países que nos últimos anos têm recebido profissionais de Engenharia Portuguesa.

É também do conhecimento que muitos dos nossos melhores “cérebros” têm emigrado por vários fatores, mas sendo um deles, talvez o mais importante a falta de oportunidades do país que o viu nascer. Sobre este assunto refira-se uma reportagem da estação de televisão SIC,



sobre a empregabilidade dos Engenheiros [35], onde é referido que no ano de 2013, 402 Engenheiros solicitaram declarações destinada ao exercício de atividade noutros países.

A nova legislação, apoiada pelo expectável aumento de volume de obras com a implementação do novo quadro comunitário de apoio, Portugal 2020, poderá ajudar ao crescimento e aumento da competitividade de Portugal, nomeadamente investigadores e profissionais de Engenharia, como aconteceu com a implementação dos anteriores quadros comunitários de apoio. São estas algumas das conclusões que se podem retirar da presença em alguns congressos, como exemplo, o XX Congresso Nacional da Ordem dos Engenheiros, com o tema central “Engenharia 2010-Uma Estratégia para Portugal” [36].



## 4 Estudo de caso: instalação de UPAC e UPP numa vivenda em Lisboa

O estudo de caso escolhido é um caso simulado, com recurso a valores, sempre que possível reais e de mercado, aproximados ou estimados bem como consultas a vários intervenientes, desde representantes, instaladores e colegas que têm sistemas semelhantes instalados. Por motivos de garantia da privacidade do consumidor, revelaremos os consumos reais, com descrição das características aproximadas da realidade, sem revelar a identidade dos intervenientes.

A primeira abordagem ao dimensionamento foi a consulta de casos de estudo [37] que de alguma forma permitisse o melhor enquadramento do trabalho.

Apesar de não encontrarmos nenhum caso semelhante, encontramos um caso de projeto para a instalação de um sistema isolado de energia solar fotovoltaica [38], bem como a referência a componentes para instalação e equipamentos [37].

Foi igualmente preocupação a consulta *in loco*, de soluções em fase de implementação de sistemas semelhantes, fator que se revelou bastante útil.

### 4.1 Análise da fatura

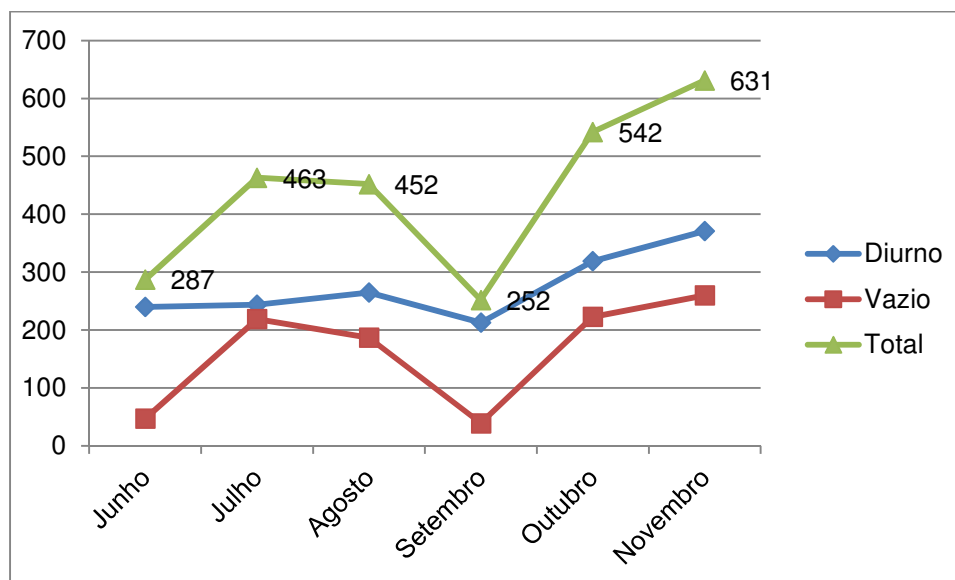
Relativamente aos dados de consumo da vivenda, a mesma é alimentada com uma potência contratada de 6,9 kVA, dispõe de contador de tarifa bi-horária, sendo o fornecedor a Endesa, ou seja, está numa zona de regime livre de compra de eletricidade.

Relativamente aos valores dos consumos mensais, e de acordo com a figura 11. Apresenta-se um gráfico com os valores dos consumos referentes a um semestre, por corresponder com as faturas disponíveis no mês de Dezembro, altura e que se iniciou a realização da dissertação. De forma lata, podemos afirmar que o padrão de consumos está dentro do perfil normal do consumidor Português, com consumos mais elevados durante os meses de inverno, basicamente pela necessidade de consumo para aquecimento.

Apresenta-se uma breve análise dos consumos:

- Os valores são mais elevados durante os meses de Novembro e Dezembro, especialmente devido aos consumos de equipamentos de aquecimento, ar condicionado e cilindro para aquecimento de águas.

- Os consumos são mais baixos durante os meses de Verão e em especial o mês de Setembro, justificado pela ausência por motivo de férias e pela pouca necessidade de energia para aquecimento.
- Os consumos diurnos são superiores ao de horas em vazio, o que deveria ser de alguma forma atenuado ou até mesmo invertido.



**Figura 11 - Consumos mensais de energia (kWh)**

## 4.2 Análise mensal

Pela análise de consumos podemos verificar que os consumos mensais, como seria de esperar são mais elevados no período de inverno, certamente justificado pela necessidade de mais energia, especialmente para aquecimento, bem como pelo facto de permanecerem mais tempo em casa.

Nos meses de verão os consumos reduzem-se significativamente com especial incidência para os meses de Julho e Agosto, meses de férias, onde taxa de ocupação da casa é menor.

Apresenta-se em seguida uma análise um pouco mais aprofundado dos consumos. Recorrendo aos valores das faturas, construi-se uma gráfico e uma tabela para melhor ilustrar o perfil do consumidor. Com os valores de consumos mensais, figura 11 e tabela 2, referentes a seis meses de consumo, pode-se tirar algumas notas interessantes. Relativamente aos consumos diurnos, estes são mais reduzidos nos meses de Verão e mais elevados nos meses de Inverno, com valores que oscilam entre 213 kWh e 371 kWh. Os valores de consumo em Vazio, apresentam valores muito baixos nos meses de Junho (47 kWh e Setembro (39 kWh) motivados pelo facto de os habitantes possuírem hábitos de sair de casa após o jantar e passar

fins de semana fora do da residência, implicando a não necessidade de utilização de alguns equipamentos como por exemplo o ar condicionado. Relativamente aos consumos totais oscilam entre 287 kWh, valor mais baixo em Junho e 631 kWh, valor mais elevado no mês de Novembro. Por último relativamente aos valores pagar, variam entre 79,81 € e 113,46 €, sendo a médio mensal de 99,81 €, um valor relativamente elevado.

**Tabela 2 - Consumos de mensais de energia (kWh)**

Meses	Consumo Diurno (kWh)	Consumo Vazio (kWh)	Consumo Total (kWh)	Valor a pagar (€)
Junho	240	47	287	79,81
Julho	244	219	463	101,1
Agosto	265	187	452	98,70
Setembro	213	39	252	70,08
Outubro	319	223	542	115,76
Novembro	371	260	631	133,46

#### 4.3 Detalhe de consumo

Escolhemos o mês de Novembro como exemplo para cálculo dos valores da energia consumida, cujo operador é a empresa Endesa [39], conforme já referido. De acordo com a fatura as características da instalação são as seguintes:

- Potência contratada: 6,9 kWh, valores típicos de uma vivenda e perfil de consumidor
- Tipo de tarifa: Bi-horária, que é o tipo de tarifário que permite mais vantagens na utilização de energia elétrica, permitindo igualmente a adoção de hábitos de consumo diferentes tendentes à melhoria da eficiência energética, e consumos
- Regime: Liberalizado, com possibilidade de o consumidor escolher o operador de energia que melhor se adapta às suas características
- Empresa fornecedora: Endesa

De acordo com a tabela 3, onde se apresenta de forma discriminada o cálculo do valor a pagar pelo preço da electricidade, podemos verificar que do valor da fatura final, livre de impostos, o valor das taxas e licenças representa 11% do valor, relativos a termo de potência, contribuição audiovisual, taxas de exploração e imposto sobre a eletricidade. Se por um lado alguns dos valores parecem justos, como o termo de potência e o valor pagar pela disponibilidade da rede, outros parecem desajustados como por exemplo a taxa audiovisual, a taxa de exploração à

DGEG e apesar destas taxas e impostos, sobre as quais acresce o IVA à taxa e vigor, ainda existe uma taxa sobre a eletricidade.

**Tabela 3 - Fatura detalhada**

Conceito	Cálculos	Valor (€)
Termo de Potência	31 x 0,279032 €/dia	8,65
Faturação P2	371 x 0,191132	70,90
Faturação P3	260 x 0,099577	25,89
Contribuição Audiovisual	1,03 mesesx2,65 €/dia	2,74
Taxa Exp. DGEG	1,03 mesesx0,07	0,07
Imposto sobre eletricidade	631 x 0,001 €/kWh	0,63
Total		108,88
Iva (6%)	2,74 x 0.06	0,16
Iva (23%)	106.14 x 23%	24,41
Total fatura		133,45

#### 4.4 Consumos diários

É também interessante observar a média aritmética referente aos últimos quatro meses o valor médio pago pela energia foi de 3,42 €/dia, e se tomarmos como referência a última fatura disponível referente ao mês de Novembro, o custo sobe ligeiramente para 4,41 €/dia.

#### 4.5 Energia consumida

Parece-nos interessante ter os valores da energia consumida ao longo do dia, tomando com referência a fatura de Novembro. Como se pode verificar na tabela 4, os valores dos consumos são substancialmente mais elevados no período 8h00-22h00, designado período cheio em detrimento do período de vazio (22h00-8h00 e fim de semana).

**Tabela 4 - Consumo Cheio/vazio**

Período de consumo	kWh/mensal	kWh/dia
Cheio -P2 (8h00-22h00) [40]	371	12,37
Vazio -P3 (22h00-8h00)	260	8,67

Para apresenta-se o perfil, o mais rigoroso possível, para calcular o impacto da instalação fotovoltaica, importa conhecer os equipamentos que são utilizados durante o período de dia, sobretudo os consumos em Standby e os valores de pico. Os valores apresentados na tabela 5 são valores reais medidos através de um medidor de consumos

**Tabela 5 - Consumos dos equipamentos**

<b>Equipamento</b>	<b>Consumos de pico (W)</b>	<b>Consumos Standby (W)</b>
Cilindro	1500	12
Router	12	10
TV (LCD)	120	2
Arca frigorífica	50	2
Radio despertador	5	3
Telefone sem fios	2	2
Alarmes	200	10
Máquina loiça	500	0
Maquina roupa	2000	3
Micro-ondas	750	4
Ar condicionado	300	6
Sistema de som	200	2
Box	21	15
Frigorifico	40	0
Total	5700	71

#### 4.6 Exposição solar

Em resultado localização geográfica Lisboa é uma das cidades com o clima mais ameno da Europa, e com cerca de 260 dias de sol por ano [41]. Após a consulta de vários sítios de referência, entre os quais o sitio do Instituto Português do Mar e da Atmosfera, [42], optou-se pela construção de tabela com valores com dados retirados de sítios de referência [41], e representados na figura 12. Na verdade, pode afirmar-se que lisboa têm uma posição interessante a nível de exposição solar, com uma média de mais de 3000 horas de sol por ano e quase 9 horas por dia.

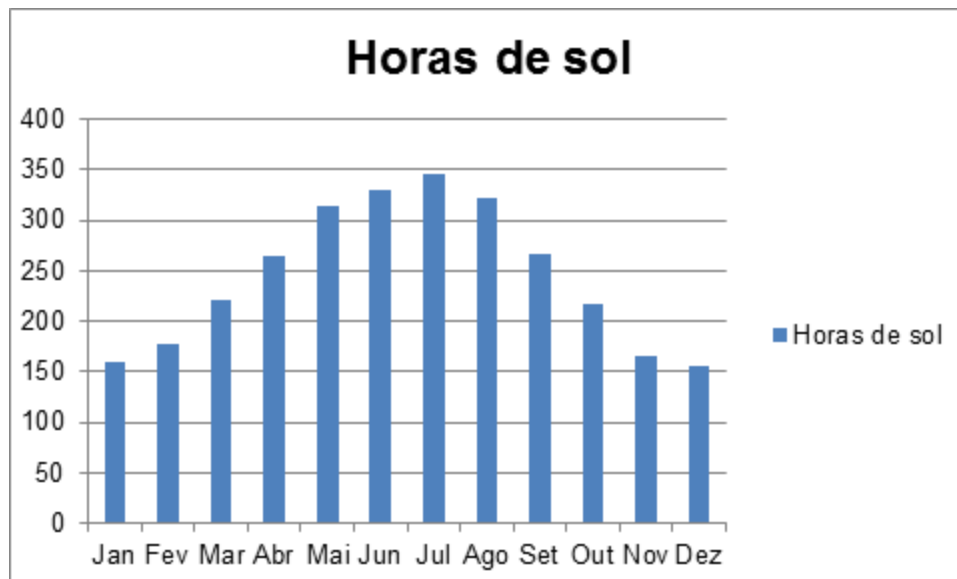


Figura 12 - Horas de Sol na região de Lisboa

#### 4.7 Análise de consumo dos equipamentos

Para fazermos um estudo mais correto e preciso, mesmo tratando-se de um caso simulado, importa medir os valores reais, nomeadamente em standby e calcular os valores dos consumos médios/hora. É igualmente interessante conhecer os valores de exposição solar [43], neste caso optamos por fazer uma média diária que usaremos para os cálculos.

Importa antes de mais conhecer o tipo de equipamentos utilizados, bem como os seus consumos, quer em standby quer em valores médio. Parece igualmente interessante analisar os consumos durante o período de exposição solar, uma vez que determinados equipamentos poderão ajustar o seu período de funcionamento para horas que não se enquadram no período de exposição solar. Seguidamente apresenta-se, a título de exemplo, os consumos de alguns equipamentos.

- Consumo micro-ondas

Cálculo do consumo de energia média

Unidade-minutos, considerando o funcionamento de 10 m/diários

$$E = 750 \times (10 \div 540) \Leftrightarrow E = 13,88 \text{ Wh}$$

- Consumo ar condicionado



$$E = 120 \times 300 \div 540 \Leftrightarrow E = 67 \text{ Wh}$$

- Consumo da arca frigorífica

$$E = 50 \times 180 \div 540 \Leftrightarrow E = 16 \text{ Wh}$$

- Máquinas de lavar loiça e roupa: vamos considerar que estes equipamentos são utilizados durante o período noturno.

- Consumos standby

Consumos de standby: 71 Wh

- Consumos médios

Consumos médios: 216 Wh

Apresentamos na tabela 6, os consumos em standby e médios dos equipamentos mais significativos da instalação. Como podemos verificar, os consumos médios/hora dos equipamentos em standby é da ordem dos 71 Wh e os valores médios cifram-se em 216 Wh, e o valor de consumos mensais é igual a 19, 17 kWh

**Tabela 6 - Consumos dos equipamentos**

<b>Equipamento</b>	<b>Consumos de pico (Wh)</b>	<b>Consumos Standby (Wh)</b>	<b>Consumos Médio (Wh)</b>
Cilindro	1500	12	12
Router	12	10	11
TV (LCD)	120	2	2
Arca frigorífica	50	2	16
Radio despertador	5	3	4
Telefone sem fios	2	2	2
Alarmes	200	10	11
Máquina loiça	500	0	0
Maquina roupa	2000	3	0
Micro-ondas	750	4	14
Ar condicionado	300	6	67
Sistema de som	200	2	37
Box	21	15	17
Frigorifico	60	0	23
Total		71	216

#### 4.8 Consumos dos equipamentos

Para traçarmos um cenário próximo da realidade teremos que considerar fatores adicionais, nomeadamente as perdas estimadas na instalação conforme discriminado na tabela 7. Estes valores foram estimados através de auscultação de profissionais do setor, consulta de bibliografia técnica e manuais de instruções dos equipamentos referidos.

**Tabela 7 - Perdas estimadas do sistema**

<b>Tipo de perda</b>	<b>Intervalo típico de perdas (%)</b>	<b>Valor assumido (%)</b>
Inversor	6-8	8
Temperatura	5-15	8
Cabos DC	1-3	1
Cabos AC	1-3	1
Sombras	0-40	0
Irradiação	3-7	3
Pó/sujidade	1-2 6	2
Correta orientação	0-29	22
Total		45

#### 4.9 Cenários alternativos

Foram considerados três cenários diferentes, descritos nos pontos seguintes e um resumo dos três cenários para mais fácil visualização dos resultados:

- Instalação de UPAC igual ou inferior a 200 W, não carece de qualquer comunicação
- Instalação de UPAC superior a 200 W e igual ou inferior a 1,5 kW, carece de comunicação prévia de exploração, através do sistema eletrónico de registo das unidades de produção.
- Instalação de UPP entre os 1,5 kW e 1 MW, carece de registo prévio e obtenção de certificado de exploração.

##### 4.9.1 Cenário 1, instalação de kit de painéis solares com potência 200 W

Das soluções propostas, esta é de mais fácil implementação. Trata-se de um conjunto de painéis solares com potência de 200 W, que pode ser adquirido em lojas especializadas e cuja instalação é relativamente fácil, não sendo necessário a intervenção de um técnico especializado para a respectiva instalação.

O conjunto que designaremos de kit, trata-se de um conjunto de painéis fotovoltaicos, com potência de 200 W, e um inversor de 12V DC para 240VAC, com potência de 200 W.

- Cálculo da energia produzida

Para o dimensionamento da Energia Produzida, foram utilizadas variáveis tais como, o valor da exposição solar média em Lisboa, o fator de envelhecimento do painel e as perdas do sistema.

Relativamente ao valor da exposição solar, assumiu-se a média mensal de 270 horas, para o valor de envelhecimento do painel assumiu-se o valor de envelhecimento de 0,8 % ao ano. As perdas estimadas dos sistemas, figura 7, no valor de 45% considerando o período de vida útil do painel de 20 anos, um valor interessante.

- Cálculo da potência anual do sistema de painéis (kW)
- Fórmula de cálculo, valores na tabela 8, coluna 1

$$P(x) = P(x - 1) \times 0,992$$

- Cálculo da energia anual do sistema de painéis
- Fórmula de cálculo, valores na tabela 8, colunas 2 e 3

$$W = P \times t \times \text{fator de envelhecimento} \times (1 - \text{perdas do sistema})$$

**Tabela 8 - Potência/energia do sistema 200 W**

<b>Ano</b>	<b>Potência painel (W)</b>	<b>Energia mensal (kWh)</b>	<b>Energia anual (kWh)</b>
0	200,00	30,11	361,35
1	198,40	29,87	358,46
2	196,81	29,63	355,60
3	195,24	39,40	352,75
4	193,68	29,16	349,93
5	192,13	28,70	344,35
6	190,59	28,47	341,60
7	189,07	28,23	338,86
8	187,55	28,07	336,15
9	186,05	27,78	333,46
10	184,56	27,81	333,79
11	183,09	27,34	328,15
12	181,62	27,12	325,52
13	180,17	26,91	322,93
14	178,73	26,69	320,33
15	177,30	26,48	317,77
16	175,88	26,26	315,23
17	174,47	26,05	312,71
18	173,08	25,85	310,21
19	171,69	25,64	307,72

- Análise financeira

Tomando como referência o valor a pagar pelo kWh, de 0,19113 €, uma previsão do aumento da ordem dos 1% ao ano, recurso a capitais próprios, bem um coeficiente de simultaneidade de 0,75 %, os valores tabela 9, demonstram que o sistema começará a ser rentável a partir do sétimo ano. Permitiria por exemplo compensar os valores resultantes dos consumos dos equipamentos em standby, durante o período de exposição solar.

- Fórmula de cálculo

$$Rendimento = W \times \text{preço da energia} \times \text{fator de simultaneidade}$$

Período de recuperação do investimento, o custo da unidade referida é de 379,00 €, valor com IVA, um dos vários modelos em loja especializadas ou eventualmente em grande superfície [44].

Tabela 9 - Indicadores financeiros

Ano	Preço electricidade (€)	Potência mensal (kWh)	Rendimento mensal (€)	Rendimento acumulado (€)
0	0,19113	271,01	4,26	-327,01
1	0,19304	268,84	4,22	-277,84
2	0,19497	266,69	4,19	-226,95
3	0,19692	264,56	4,16	-177,08
4	0,19889	262,44	4,12	-127,61
5	0,20088	260,34	4,09	-78,53
6	0,20289	258,26	4,06	-29,84
7	0,20492	256,20	4,02	18,45
8	0,20697	254,15	3,99	66,36
9	0,20904	252,11	3,96	113,89
10	0,21113	250,10	3,93	161,04
11	0,21324	248,09	3,90	207,81
12	0,21537	246,11	3,87	254,20
13	0,21753	244,14	3,84	300,23
14	0,21970	242,19	3,80	345,88
15	0,22190	240,25	3,77	391,17
16	0,22412	238,33	3,74	436,10
17	0,22636	236,42	3,71	480,67
18	0,22862	234,53	3,68	524,88
19	0,22862	232,65	3,65	568,74

#### 4.9.2 Cenário 2, instalação de kit de painéis com potência 480 W

O sistema considerado, foi um conjunto de painéis fotovoltaicos, com potência de 480 W, e um inversor de 60VCC para 240 V AC, da marca INNOV Sun FVA 1000.

- Fórmula de cálculo da potência do sistema
- $P(x) = P(x - 1) \times 0,992$
- Fórmula de cálculo da energia
- $W = P \times t \times \text{fator de envelhecimento} \times (1 - \text{perdas do sistema})$

**Tabela 10 - Potência/energia do sistema 480 W**

<b>Ano</b>	<b>Potência painel (W)</b>	<b>Energia produzida/mês (kWh)</b>	<b>Energia produzida/ano (kWh)</b>
0	480,00	72,27	867,24
1	476,16	71,69	860,30
2	472,35	71,11	853,42
3	468,57	70,55	846,59
4	464,82	69,98	839,82
5	461,10	69,425	833,10
6	457,42	68,87	826,44
7	453,76	68,32	819,82
8	450,13	66,77	813,27
9	446,53	67,23	806,76
10	442,95	66,69	800,31
11	439,41	66,16	793,90
12	435,89	65,63	787,55
13	432,41	65,10	781,25
14	428,95	64,60	775,00
15	425,52	64,06	768,80
16	422,11	63,55	762,65
17	418,74	63,04	756,55
18	415,39	62,54	750,50
19	412,39	62,04	744,49
20	408,77	61,545	738,54

- Fórmula de cálculo do rendimento do sistema

$$Rendimento = W \times \text{preço da energia} \times \text{fator de simultaneidade}$$



O custo da unidade referida, é de 1142.67 €, valor com IVA, um dos vários modelos em lojas especializadas ou eventualmente em grandes superfícies [44]. Pela análise da tabela 11, onde são representados, entre outros, o rendimento anual proveniente da redução de consumo, através da produção da referida UPAC, pode-se concluir que o sistema começa a ser rentável a partir do oitavo ano.

**Tabela 11 - Indicadores financeiros**

<b>Ano</b>	<b>Preço electricidade (€)</b>	<b>Energia/mensal (kWh)</b>	<b>Rendimento mensal (€)</b>	<b>Rendimento acumulado (€)</b>
1	0,19113	650,43	4,26	-327,01
2	0,19304	645,23	4,22	-277,84
3	0,19497	640,06	4,19	-226,95
4	0,19692	634,94	4,16	-177,08
5	0,19889	629,86	4,12	-127,61
6	0,20088	624,83	4,09	-78,53
7	0,20289	619,83	4,06	-29,84
8	0,20492	614,87	4,02	18,45
9	0,20697	609,95	3,99	66,36
10	0,20904	605,07	3,96	113,89
11	0,21113	600,23	3,93	161,04
12	0,21324	595,43	3,90	207,81
13	0,21537	590,66	3,87	254,20
14	0,21753	585,94	3,84	300,23
15	0,21970	581,25	3,80	345,88
16	0,22190	576,60	3,77	391,17
17	0,22412	571,99	3,74	436,10
18	0,22636	567,41	3,71	480,67
19	0,22862	562,87	3,68	524,88
20	0,22862	558,37	3,65	568,74

#### 4.9.3 Cenário 3, instalação de UPP com potência 1,5 kW

O cenário apresentado é o da possibilidade de instalação de uma Unidade de Produção exclusivamente para venda de energia. Este tipo de instalação têm como principal objetivo a produção de energia para venda da energia à RESP.

Este cenário pressupõe os seguintes aspectos:

- Para a simulação deste cenário, optamos pelo seguinte caso:

Escolher como exemplo a instalação de uma central de 1,5 kW de potência a instalar, que de acordo com a legislação é o valor mínimo para a instalação de uma UPP. Não subsídio da tarifa, o que desde logo torna a opção bem menos interessante do ponto de vista económico. A partir da escolha de equipamento tipo, apresentam-se as várias hipóteses de localização, de instalação, bem como os custos e proveitos da referida unidade de produção.

- Definição do equipamento a instalar

Para a definição do equipamentos a instalar, optamos por uma abordagem o mais profissional possível, visitas a lojas de venda e revenda de equipamentos, bem como visitas a unidade de produção em habitações com centrais de produção instaladas de acordo com o anterior regime, onde se procurou verificar da experiência dos pequenos produtores, nomeadamente as suas experiências positivas e igualmente os seus constrangimentos. Decidimos efetuar consulta a fabricantes de painéis solares [9] e instaladores [10]. Após as referidas consultas, encontrou-se um sistema de 6 módulos de 250 W, modelo INNOV-SUN FVA-1500 W e um inversor SMA SB 1300-IC [10] com inversor incluído e cujo valor de mercado ronda os 2750 € com IVA. De referir que no caso da consulta efetuada, não priorizarmos o fator preço, tão pouco consultamos mais dois fornecedores, que seria o procedimento correto, para obtermos a melhor relação qualidade/preço, pouco especialmente se a instalação do equipamento que se pretende instalar num período temporal próximo e se o cliente final se tratasse do cliente estado, ou uma entidade pública, neste caso o fator decisivo foi a disponibilidade do fornecedor dos equipamentos, se mostrar disponível para ceder informação, numa perspetiva altruísta, no sentido de ajudar na realização da dissertação.

- Localização da Unidade de Produção

Parece interessante abordar este aspeto, uma vez que a localização dos painéis pode ser um fator decisivo quer no custo da instalação quer nos custos de manutenção, e no próprio rendimento da instalação. Pela observação que fizemos em várias habitações que dispõem de painéis solares instalados, temos que considerar dois cenários: a instalação de painéis no telhado, ou a instalação no jardim.

Relativamente ao primeiro cenário, a vivenda dispõe de telhado em telha do tipo marseilha, o que implicaria a remoção de parte do mesmo e adaptação para a instalação dos painéis, colocação de apoios, que permitam uma correta orientação do sistema e pequenas obras de construção civil, nomeadamente para precaver eventuais infiltrações, o que tornaria a solução mais onerosa. Ainda teriam que ser considerados os custos de manutenção, reparação ou eventual substituição de painéis, com aceso ao telhado, eventualmente a colocação de uma escada exterior, o que implicaria custos adicionais. Este tipo de solução, parece indicada para construções de raiz, permitindo a adoção de várias soluções de forma integrada. Uma outra solução, que pelas características da vivenda e o facto de dispor de um pequeno jardim na parte frontal, permite o segundo cenário. Este facto permitiria a instalação em boas condições, com uma correta exposição solar, ótima inclinação e fixação ao solo, bem como facilitaria a manutenção.

- Impacto visual

O impacto visual, é sempre um fator relativo, uma vez que os gostos são pela própria natureza humana discutíveis. Contudo, parece ser uma tendência a inserção dos equipamentos de forma a não causarem substanciais alterações paisagísticas. Poderiam ser implementadas soluções do tipo a plantação de pequenos arbustos, árvores de folha caduca, o que não interferiria com o rendimento dos painéis, uma vez que nas estações com menos sol, as referidas arvores não disporiam de folhas e durante a primavera e Verão a folhagem não interferiria com a exposição solar e traria efeitos visuais interessantes, permitindo um casamento harmonioso entre ambiente, energia, arquitetura e engenharia.

Para calcular os proveitos diretos resultantes da venda de energia, utilizamos como valor de referência de venda da energia à RESP de 0,095 por kWh. Vamos igualmente considerar que os custos serão os custos mínimos obrigatórios, que são para além da aquisição e instalação dos equipamentos, os custos das taxas. Os proveitos são os resultantes da venda de energia. Do lado dos proveitos também não se quantifica eventuais ganhos, como a própria valorização da habitação, bem como ganhos sociais que são sempre difíceis de quantificar.

Custos diretos:

- Aquisição de equipamento 2750 €

• Taxa de registo	100 €
• Apoios	50 €
• Taxa de inspeção	100 €
• Custos de instalação	100 €

Custos indiretos:

- Custos de manutenção ( limpeza, ajuste de posição ), no caso serão assumidos pelo proprietário, pelo que o valor é apenas indicativo . 100 € / ano

- Análise financeira

Consideramos alguns indicadores, resultado de consultas ao DR [45], que define em de 95 €/MWh, fixado em 0,095 €/kWh e valores empíricos para a realização da tabela 12.

• Taxa de Juro	2% / ano
• Previsão do aumento da eletricidade	1%
• Preço de venda da energia	0,095 €/kWh

Formulas utilizadas para a realização da tabela 12

- Potência do sistema

$$P(x) = P(x - 1) \times 0,992$$

- Energia do sistema

$$E = P \times t \times (1 - \text{perdas})$$

- Valor Cash flow

$$\text{Volar} = E \times \text{preço} \times n^{\circ} \text{ dias}$$

Tabela 12 - Indicadores financeiros da UPP

Ano	Potência Painel (kWh)	Rendimento mensal (€)	Capital em dívida (€)	Lucro anual (€)
1	1488,00	21,16	-3008,07	153,935
2	1476,09	20,99	-2816,32	251,9035
3	1464,28	20,82	-2622,76	249,8883
4	1452,57	20,66	-2427,33	247,8892
5	1440,95	20,49	-2229,97	245,9061
6	1429,43	20,33	-2030,63	243,9388
7	1417,99	20,17	-1829,25	241,9873
8	1406,65	20,00	-1625,79	240,0514
9	1395,39	19,84	-1420,17	238,131
10	1384,23	19,69	-1212,35	236,226
11	1373,16	19,53	-1002,26	234,3361
12	1362,17	19,37	-769,798	232,4615
13	1351,27	19,22	-539,197	230,6018
14	1340,46	19,06	-310,44	228,757
15	1329,70	18,91	-83,5128	226,9269
16	1319,10	18,76	141,5986	225,1115
17	1308,55	18,61	364,9092	223,3106
18	1298,08	18,46	586,4333	221,5241
19	1287,69	18,31	806,1853	219,7519
20	1277,39	18,17	1024,179	217,9939

- Rentabilidade

Pela análise da figura, pode concluir-se que o sistema atinge o ponto de equilíbrio, ao longo do 15º ano, atingindo nesse ano o rendimento que permite equilibrar os custos do investimento.

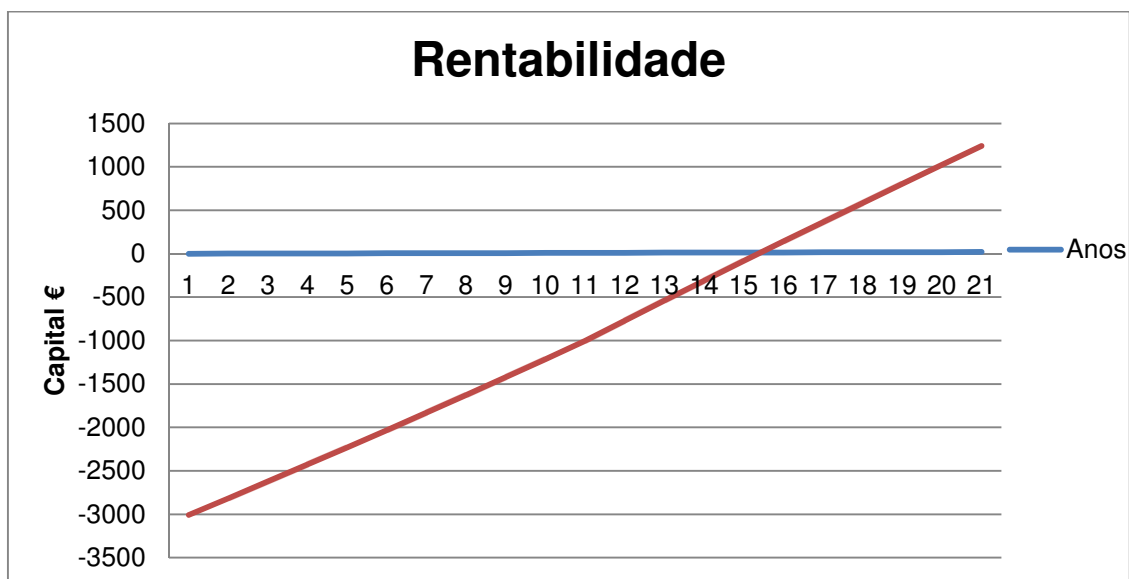


Figura 13 - Rentabilidade

#### 4.9.4 Resumo dos três cenários

Apresentamos seguidamente uma tabela 13 resumo para os três cenários estudados, os valores relativos à potência instalada e energia anual, são referentes ao primeiro ano. Mais importante do que apresentar conclusões sobre qual o cenário mais vantajoso, convém apresentar os cenários possíveis, deixando ao critério de cada possível interessado a decisão do cenário mais vantajoso para o seu caso específico. Relativamente ao caso concreto, para a vivenda estudada e de acordo com o proprietário da habitação, o cenário que aconselhamos é o cenário um, o seja a instalação de um kit de painéis solares com capacidade de 200 W. Tal instalação permitiria reduzir, o consumo anual de energia e com um período de amortização interessante, e com um investimento relativamente pequeno. A opção por este sistema permitirá cobrir os consumos de *standby* durante o período de exposição solar.

Para uma otimização do sistema e de forma a encontrar uma solução integrada que permita simultaneamente aproveitar bem a energia proveniente dos sistema solar e aumentar os índices de eficiência energética do consumidor, apresentam-se algumas sugestões:

- Auditoria energética para reduzir standby e avaliar perfil energético
- Troca de eletrodomésticos de classe mais recente pode ser mais rentável que painéis solares

- Escolher instalação modular, no qual se sugere a instalação de módulo de 250 W, com micro inversor, até máximo de 1,5 kW
- À medida que se verificar que consumos vão subindo, incrementam-se os módulos
- Opção de instalar Aéreo gerador sobretudo para período noturno e horas de pouco sol
- Alteração de hábitos de consumo e horas de utilização de alguns eletrodomésticos
- Sistema de ajuste de ângulo 2 vezes ou 4 vezes no ano.

**Tabela 13 - Resumo dos cenários considerados**

<b>Equipamento</b>	<b>Cenário 1</b>	<b>Cenário 2</b>	<b>Cenário 3</b>
Potência instalada (W)	200	480	1500
Energia Produzida (kWh/ano)	361,35	867,24	2710,12
Investimento (€)	379	1142	4200
Período de recuperação (anos)	7	9	15





## 5 Conclusões e análise crítica

Este decreto de lei propõe que qualquer sistema de produção própria, exceto até 200W e depois até 700W de potência, que não são interessantes do ponto de vista do autoconsumo doméstico ou industrial, esteja ou não ligado à rede elétrica, contabilize e pague uma taxa mensal indexada à potência instalada e proporcional à energia produzida, taxa que procura compensar a rede pela sua não utilização. A ideia é compensar o investidor e explorador da rede pelas eventuais perdas e compensar os custos que agora estão refletidos na tarifa, e que segundo o legislador deverão continuar a ser pagos. Cada kWh vendido à rede, para comercialização recebe uma remuneração para cujo cálculo é usado o valor de fecho do OMI-E, abatendo o valor de 10% por conta da utilização da rede. Sendo assim, e apesar de ser um passo importante, esta lei fica aquém das expectativas criadas para o desenvolvimento da autoprodução e autoconsumo em larga escala.

O objetivo de instalação de apenas 20 MW/ano é muito reduzido, considerando como ponto de análise a instalação de uma UPP, com painéis fotovoltaicos de 1 kW/fogo, teríamos no máximo um universo de 20000 fogos/ano. De referir que para este ano foram definida uma quota de 15 MW para atribuição UPP [45].

- Cenário com medidas de gestão da procura, necessárias ao cumprimento dos objetivos da Diretiva 2006/32/CE
- Poupança no consumo de eletricidade superior a 4000 gWh (a partir de 2016)

### 5.1 Avaliação económica.

O crescimento económico dos países emergentes traduz-se num natural aumento do consumo, que segundo a Agência Internacional para a Energia (AIE), irá duplicar até 2035. Resultado dos constantes e rápidos avanços tecnológicos no domínio da tecnologia de fabrico de painéis fotovoltaicos. Os custos destes equipamentos tiveram um redução de aproximadamente 80% o que tornam este tipo de tecnologia bastante interessante.

Parece evidente que qualquer investimento, de valores consideráveis a médio e longo prazo, correrá sérios riscos de ficar obsoleto em pouco tempo, uma vez que as previsíveis soluções num futuro próximo poderão ser um pouco mais vantajosas. Tomando como exemplo o documento que relativo à queda dos preços num país da EU [46], neste caso a Alemanha, no segundo semestre de 2013, a instalação de sistemas fotovoltaico têm vindo a decrescer consideravelmente últimos anos

Em sumula na hora de decidir investir, os dois fatores expostos anteriormente, o preço da instalação fotovoltaica por kW e o histórico de queda dos preços, deverão ser tomados em consideração.

## 5.2 Notas finais

O modelo de autoconsumo conforme proposto pode ser bastante atrativo e benéfico para o país (estado, sistema elétrico nacional, consumidores, empresas trabalhadores e emprego). Sendo algo novo, teremos que ter alguma paciência e permitir um tempo necessário para a sua penetração, e aceitação, nomeadamente pelo pequeno consumidor/produtor, mas tomando como exemplo as telecomunicações, onde Portugal é dos países mais recetivos à penetração de telemóveis, sendo por tradição e história um povo recetivos a este tipo de novidades, estima-se que os objetivos serão facilmente atingidos.

Ao nível das redes de distribuição de energia elétrica, entende-se que o modelo de distribuição energético em grande escala de energia, deverá ser repensado. Apresenta-se um modelo em que cada um utilizar poderá ser autossuficiente do ponto de vista energético.

O fomento e a utilização generalizada das energias renováveis, a fonte principal dos sistemas de autoconsumo, permitem um futuro mais sustentável, diminuem a dependência de combustíveis fósseis, e atuam positivamente na balança comercial de cada país [48]. Contudo parece evidente que estamos ainda a dar os primeiros passos, no sentido da massificação da utilização de soluções e a sua implementação, pelo que é expectável uma diminuição substancial dos custos, tornando as soluções bem mais interessantes.

Nesta fase, existe o risco associado a um conjunto de variáveis difíceis de mensurar, tais como a incerteza legislativa face à remuneração a pagar pelo preço da energia, uma eventual subsidiação do preço da energia, poderá fazer parte do programa de futuros governos, o que alteraria o quadro por completo. A evolução tecnológica poderá ter consequências positivas ou negativas, dependendo do grau de evolução da mesma.

## 5.3 Uma Visão de futuro

Numa perspetiva otimista, entende-se que esta nova legislação é um começo para uma nova realidade, não muito distante, de obtenção de elevada independência energética dos edifícios.

Existe contudo um longo caminho a percorrer que terá certamente vários obstáculos a serem ultrapassados e inércias a vencer.

## 6 Anexos

### *Resumo dos principais requisitos exigidos às UPAC:*

Seguidamente apresenta-se os principais requisitos para a instalação de uma UPAC, com vista a um correto enquadramento, e como forma de ajudar na escolha da solução.

	<200w	200-1500 W	1,5k W – 1MW	> 1MW	“em ilha”
<b>Registo</b>	-	Mera comunicação prévia	Controlo Prévio / Cert. Exploração	Licença de Exploração	Mera comunicação prévia
<b>Taxas Registo</b>	-	isento	✓	✓ aplicável ao respectivo regime	Isento
<b>Equipamento de Contagem</b>	-	-	Sim. Com Telecontagem	Sim. Com Telecontagem	-
<b>Remuneração excedente (“Pool”)</b>	- (apenas se existir registo)	- (apenas se existir registo)	✓	- (Terá de ser definida com contraparte)	-
<b>PPA</b>	- (CUR caso exista registo)	- (CUR caso exista registo)	CUR	Outro	-
<b>Compensação</b>	isento	isento	✓	✓	-
<b>Seguro. Resp. Civil</b>	-	-	✓	✓	-

<b>HORAS DE VAZIO</b> Período do dia em que o preço da energia é mais baixo			
<b>CICLO DIÁRIO</b> Para quem tem um consumo de eletricidade homogêneo ao longo da semana		<b>CICLO SEMANAL</b> Para quem usa a eletricidade com maior intensidade aos fins de semana	
DIAS DA SEMANA	INVERNO E VERÃO	INVERNO	VERÃO
Segundo a Sexta	22h00 - 8h00	00h00 - 7h00	
Sábado		00h00 - 9h30 13h00 - 18h30 22h00 - 24h00	00h00 - 9h00 14h00 - 20h00 22h00 - 24h00
Domingo		00h00 - 24h00	

## 7 Bibliografia

- [1] EDP, “energia.edp.pt,” Dezembro 2014. [Online]. Available: <https://energia.edp.pt/particulares/servicos/energia-solar.aspx?gclid=CLPihcTw98QCFQn3wgod72sA1Q>. [Acedido em 12 Dezembro 2014].
- [2] GALPENERGIA, “galpenergia.com,” 1 12 2014. [Online]. Available: [http://www.galpenergia.com/PT/ProdutosServicos/Servicos/Solucoesdeenergia/Documents/Solucoes\\_Fotovoltaico\\_Edificios.pdf](http://www.galpenergia.com/PT/ProdutosServicos/Servicos/Solucoesdeenergia/Documents/Solucoes_Fotovoltaico_Edificios.pdf). [Acedido em 13 Dezembro 2014].
- [3] INGENIUM, *As cidades do futuro*, Lisboa: Ingenium Edições, Lda, 2014.
- [4] renováveis magazine, “revista técnico-profissional de energias renováveis, nº17, 18, 19 e 20,” CIE-Comunicação e Imprensa Especializada, Lda, Porto, 2014-2015.
- [5] D. d. Republica, “Decreto-Lei nº 153/2014-Diário da República nº 202/2014, Série I de 20/10/2014,” Imprensa Nacional Casa da Moeda, SA, Lisboa, 2014.
- [6] REN, “www.ren.pt,” 9 2015. [Online]. Available: [http://www.ren.pt/pt-PT/quem\\_somos/a\\_nossa\\_estrategia/](http://www.ren.pt/pt-PT/quem_somos/a_nossa_estrategia/). [Acedido em 20 4 2015].
- [7] EDP, “www.edp.pt,” 2014. [Online]. Available: <http://www.edp.pt/pt/particulares/informacoesuteis/Pages/ALiberalizacao.aspx>. [Acedido em 18 5 2015].
- [8] J. P. Bernardo, “Energias renováveis em geral e projetos sectoriais em Portugal-desafios para 2020,” em *Estratégias para a Sustentabilidade Energética e Ambiental dos Territórios*, Palmela, 2013.
- [9] Sotecnisol-Inovsun, *Tabela de preços*, Camarate: Flyer de divulgação da Sotecnisol-Inocsun, 2015.
- [10] sotecnisol, “www.sotecnisol.pt,” Sotecnisol, Janeiro 2015. [Online]. Available: <http://www.sotecnisol.pt/listas-de-precos-para-concursos/>. [Acedido em 5 Janeiro 2015].
- [11] e-publica.pt, “e-publica.pt,” Janeiro Janeiro 2015. [Online]. Available: <http://e-publica.pt/energiasrenovaveisportugal.html>. [Acedido em 17 Janeiro 17].
- [12] EDP-Energias de Portugal, SA, “Relatório e Contas,” EDP, Lisboa, 2010.
- [13] D. d. A. Blog, “direitodoambiente-sub4.blogspot.pt,” Maio 2014. [Online]. Available: <http://direitodoambiente-sub4.blogspot.pt/2014/05/direito-do-ambiente-e-energias.html>. [Acedido em 14 Fevereiro 2015].

- [14] DGEG, “www.dgeg.pt,” DGEG, 10 Maio 2013. [Online]. Available: <https://dre.pt/application/dir/pdf1sdip/2013/04/07000/0202202091.pdf>. [Acedido em 14 Fevereiro 2015].
- [15] C. Monteiro, “autoconsumo: um novo futuro?,” *renováveis magazine*, p. 2, 6 2014.
- [16] J. P. Bernardo, “Estratégia para a sustentabilidade energetica e ambiente dos territórios,” DGEG, 29 Novembro 2013. [Online]. Available: <http://www.ena.com.pt/download/Joao%20Bernardo%20-%20Politica%20Energetica%20Nacional.pdf>. [Acedido em 30 Março 2015].
- [17] P. Cabral, “Cidades e Eficiência Energética,” *INGENIUM n° 139*, pp. 42-43, Janeiro/Fevereiro 2014.
- [18] DGEG, “www.dgeg.pt,” 3 Janeiro 2012. [Online]. Available: <http://www.dgeg.pt/caraterizacaoenergeticanacional.pt/>. [Acedido em 18 Fevereiro 2015].
- [19] REN, “www.ren.pt,” Site da Empresa, Lisboa, 2014.
- [20] *INGENIUM n° 139, As cidades do futuro*, Lisboa: Ingenium Edições, Lda, 2014.
- [21] O. d. T. e. E. Ministerio do Ambiente, *Enquadramento do novo regime de Produção Distribuída*, Lisboa: Casa da Moeda, SA, Setembro de 2014.
- [22] Lusa-Economia, Agência, “Governo avança com diploma para regular produção de energia para autoconsumo,” Lusa, Lisboa, 2014.
- [23] M. d. A. O. d. T. e. Energia, “Enquadramento do Novo Regime de Produção Distribuída,” Setembro 2014. [Online]. Available: [http://www.cintinamica.pt/autoconsumo\\_fotovoltaico/enquadramento\\_do\\_novo\\_regime\\_de\\_producao\\_distribu\\_da.pdf](http://www.cintinamica.pt/autoconsumo_fotovoltaico/enquadramento_do_novo_regime_de_producao_distribu_da.pdf). [Acedido em 12 Janeiro 2015].
- [24] “XX Congresso Nacional da Ordem dos Engenheiros,” *INGENIUM n° 144*, Novembro/Dezembro 2014.
- [25] J. Madeira, “Uma nova estratégia energética para a Europa como alavanca da competitividade,” *INGENIUM n°146*, pp. 36-38, Março/Abril 2015.
- [26] C. Monteiro, “autoconsumo e eficiência energética, sair da intenção para a concretização,” *renováveis magazine*, p. 2, 21 Setembro 3º trimestre 2014.
- [27] Relatório para o desenvolvimento humano, “Combater as alterações climáticas,” PNUD, 2007.
- [28] F. V. Zeller, Interviewee, “A indústria que renascer será muito diferente da do passado”. [Entrevista]. Setembro/Outubro 2013.

- [29] H. Neto, "As PME's e a Democracia: Industria," em *Portugal pós-troika?*, Lisboa, Soifer Editor, 2015, pp. 103-120.
- [30] INGENIUM nº 137, *Reindustrialização de Portugal*, Lisboa: Ingenium Edições,Lda, 2013.
- [31] A. Brito, "www.publico.pt," 19 Abril 2014. [Online]. Available: <http://www.publico.pt/economia/noticia/moreira-da-silva-quer-criar-cluster-portugues-da-mobilidade-electrica-1632803>. [Acedido em 20 Abril 2015].
- [32] animee, "Estudo da evolução económica do Sector Eléctrico e Electrónico," 2011-2012-2013. [Online]. Available: <http://www.animee.pt/pdf/economia/Est%20EvolEcon2011-12-13.pdf>. [Acedido em 15 Maio 2015].
- [33] INGENIUM nº 144, ""A Engenharia é uma profissão de futuro"," p. 103, Novembro/Dezembro 2014.
- [34] Marta Parrado, "A Engenharia Portuguesa nos mercados internacionais," *Internacionalização da Engenharia Portuguesa*, pp. 16-18, Maio/Junho 2013.
- [35] Engenharia civil é a mais afetada pelo desemprego, "<http://sicnoticias.sapo.pt/>," SIC, 14 07 2015. [Online]. Available: <http://sicnoticias.sapo.pt/pais/2014-04-11-engenharia-civil-e-a-mais-afetada-pelo-desemprego-e-ordenados-baixos>. [Acedido em 14 Julho 2016].
- [36] XX Congresso Nacional da Ordem dos Engenheiro, *Engenharia 2020 - Uma Estratégia para Portugal*, Porto: A Comissão Organizadora do XX Congresso, 2014.
- [37] AS Solar, "projeto de desconexão da rede elétrica para a instalação de um sistema de energia solar fotovoltaica," *renováveis magazine*, pp. 40-43, 18 de Dezembro Dezembro 4º trimestre 2014.
- [38] Krannich Solar, "Como aproveitar ao máximo a energia solar produzida numa instalação de autoconsumo," *renováveis magazine*, pp. 46-50, 12 4º trimestre 2014.
- [39] Endesa, "www.endesaonline.com," [Online]. Available: <http://www.endesaonline.com/pt/lares/energia/tarifaselecao/index.asp>. [Acedido em 20 4 2015].
- [40] Galp Energia, *Tabela de preços GALP ON*, Lisboa: Galp Energia, 2014.
- [41] meteored, "<http://www.tempo.pt/lisboa.htm>," Lisboa, 2014.
- [42] IPMA-Instituto Português do Mar e da Atmosfera, "<https://www.ipma.pt/pt/>," [Online]. Available: <https://www.ipma.pt/pt/index.html>. [Acedido em 15 Julho 2015].

- [43] Instituto Português do Mar e da Atmosfera, “[www.ipma.pt](http://www.ipma.pt),” [Online]. Available: <https://www.ipma.pt/pt/ambiente/uv/>. [Acedido em 15 2 2015].
- [44] AKI, *kit painel solares marca Xuntel*, Lisboa: AKI, 2014.
- [45] Diário da República, 1ª série-nº 16, “Tarifa de referência,” p. 532, 23 Janeiro 2015.
- [46] Instituto IDEAL, “[www.americadosol.org](http://www.americadosol.org),” Instituto IDEAL, 07 2010. [Online]. Available: <http://www.americadosol.org/wp-content/uploads/2010/07/curva-de-aprendizado.jpg>. [Acedido em 15 01 2015].
- [47] Instituto IDEAL, “[www.americadosol.org](http://www.americadosol.org),” Instituto IDEAL, 1 07 2010. [Online]. Available: [http://www.americadosol.org/wp-content/uploads/2010/07/grafico-queda-custo\\_BSW.jpg](http://www.americadosol.org/wp-content/uploads/2010/07/grafico-queda-custo_BSW.jpg). [Acedido em 5 01 2015].
- [48] R. Eiras, “Uma autonomia energética sustentável para Portugal. Mitigar as alterações climáticas desenvolvendo segurança económica,” *Relações Internacionais* nº25 Lisboa mar. 2010, Lisboa, 2010.
- [49] “[photovoltaic-software.com](http://photovoltaic-software.com),” Agosto 2014. [Online]. Available: <http://photovoltaic-software.com/PV-solar-energy-calculation.php>. [Acedido em 21 Janeiro 2015].
- [50] ERSE, “[www.erse.pt](http://www.erse.pt),” [Online]. Available: <http://www.erse.pt/pt/electricidade/tarifaseprecos/Paginas/default.aspx>. [Acedido em 20 4 2015].
- [51] J. C. M. d. Santos, “Contributo da Universidade do Porto para a internacionalização da Engenharia e dos Engenheiros Portugueses,” *A internacionalização da Engenharia Portuguesa*, p. 26, Maio/Junho 2013.



